

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS R.Y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.F.



Sisältö — Innehåll:

Paavo Haapala:

Petsamon nikkelimialueen löytöhistoria, tutkimukset ja geologia.

Paavo Haapala:

Kaulatunturin kaivos.

Dipl. ing. K. Hanson:

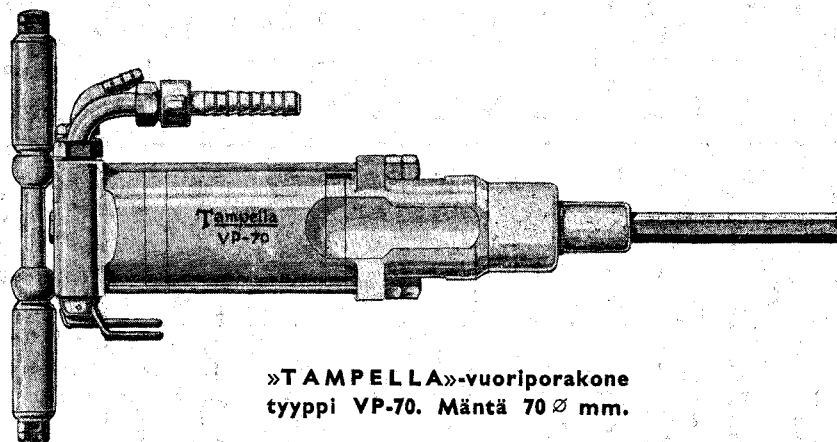
Petsamon Nikkeli OY:s gruvindustriella byggnadsverksamhet.

Dipl. ins. P. Ensiö:

Kaulatunturin nikkelimalmin käsittely Petsamon Nikkeli O.Y:n sulimossa.

Walter Nordin:

Petsamon Nikkeli OY:s kraftsörjning och elektriska anläggningar.



»TAMPELLA»-vuoriporakone
tyyppi VP-70. Mäntä 70 Ø mm.

Valmistamme

VUORIPORAKONEITA

**käsi- tai automaattisyöttöisiä, käsinkierrettäviä
tai itsekiertäviä, kaikkia yleisimmin käytettyjä
kokoja, männän läpimitoille: 60, 70 ja 80 mm.**

ERIKOISOMINAISUUKSIA:

Koneet ovat kevyitä, mutta kuitenkin vahvarakenteisia, koska valmistukseen on käytetty karkaistuja jaloteräksiä.

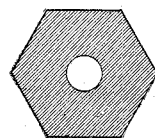
Kaikissa on itsetoimiva voitelu, ilma- ja vesihuuhtelu sekä voimakas ulospuhallus. Ilma- ja vesiventtiilit ovat koneen rungossa.

Automaattikoneissa on lisäksi paineilmalla toimiva syöttösyylinteri sekä itsetoimiva pysäytys ja syötön palautus.

Paineilmapilareita, poikkitankoja ja pilarisiteitä.

Tehkää tiedusteluja

Tampella
TAMPEREEN KONEPAJA



Jämförande långtidsprovningar är enda möjliga sättet

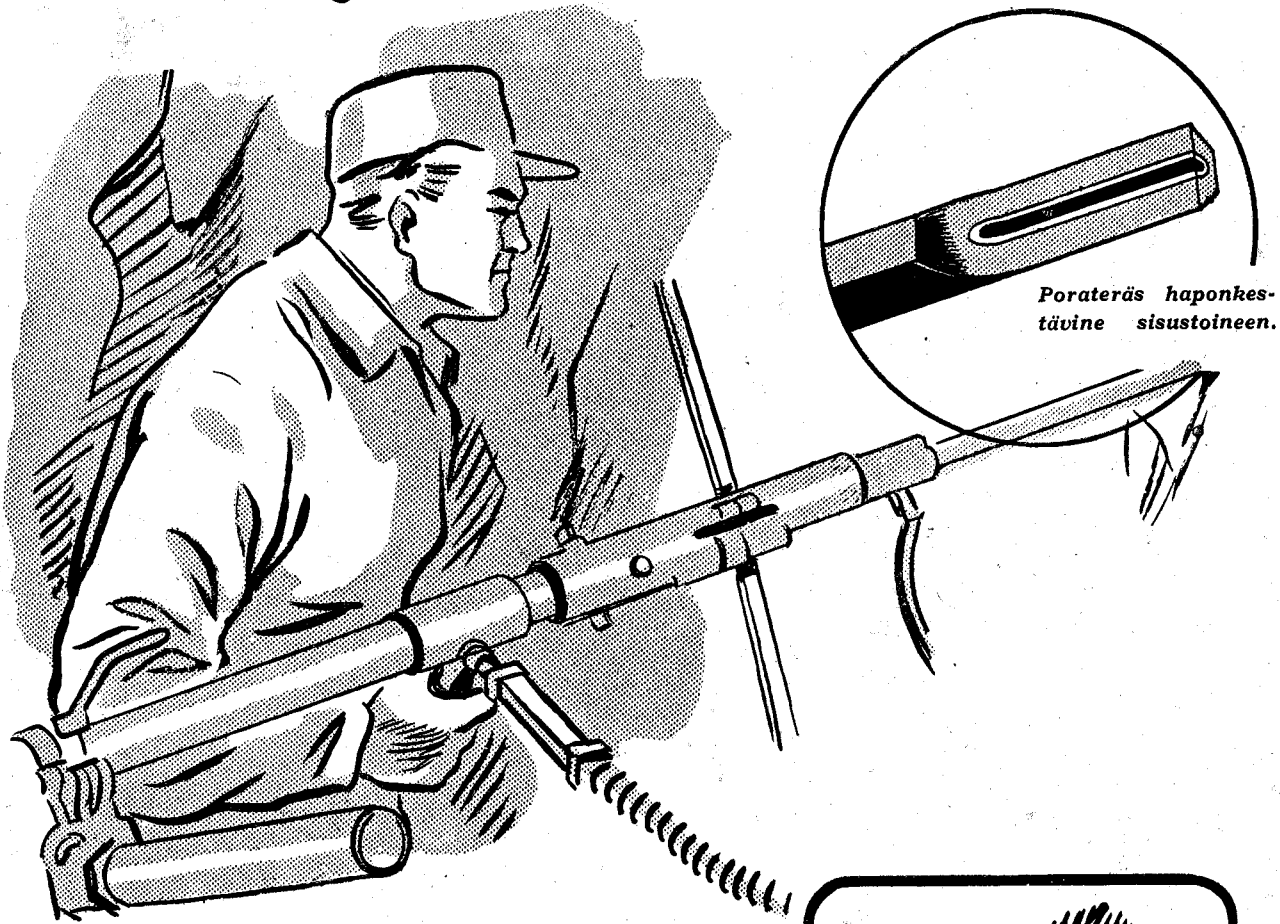
att fastställa ett visst borrståls överlägsenhet över ett annat. Hofors borrstål har under många år utprovats på världsmarknaden. Att proven utfallit gynnsamt framgår därav, att **SECF** HOFORS BRUK före kriget var Sveriges största exportör av ihåligt borrstål.

Massivt eller ihåligt för vatten- eller oljehårdning.

Representant i Finland:

Amorring
HELSINGFORS

Me TOIMITAMME-



Porateräs haponkestävine sisustoineen.

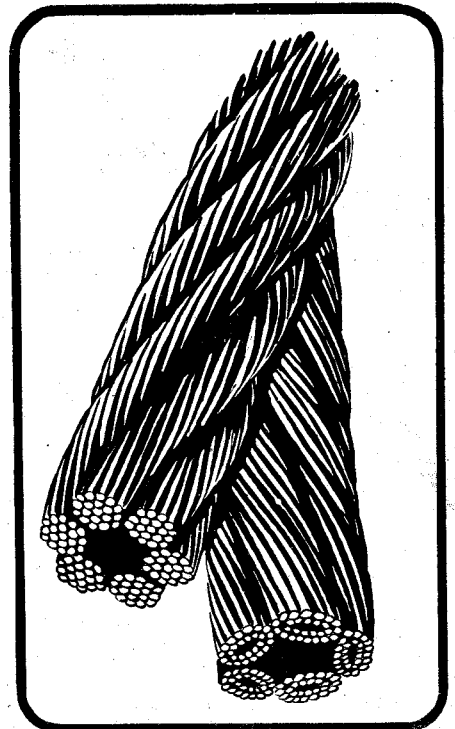
ensiluokkaisia teräsköysiä ja poraterästä lyhyin toimitusajoin.

Mercantile



30 731

HELSINKI



VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Lehti ilmestyy 4—6 kertaa vuodessa. Kirjoitusten lainaukset — myös osittain — sallittuja vain erikoisluvalla, jolloin myös lehden nimi on täydellisenä mainittava. — Toimitus ja ilmoitusten vastaanotto Kirkkokatu 14 IV, puh. 61 971 kello 9—11. Toimitusvaliokunnan muodostaa yhdistyksen hallitus puheenjohtajana vuorin. Eero Mäkinen. Päätoimittaja dipl.ins. U. Raade.

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS r.y. — Utgivare: BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.
Painatus ja jakelu: Tilgmannin kirjapaino, Helsinki

Petsamon nikkelimalmialueen löytöhistoria, tutkimukset ja geologia.

PAAVO HAAPALA



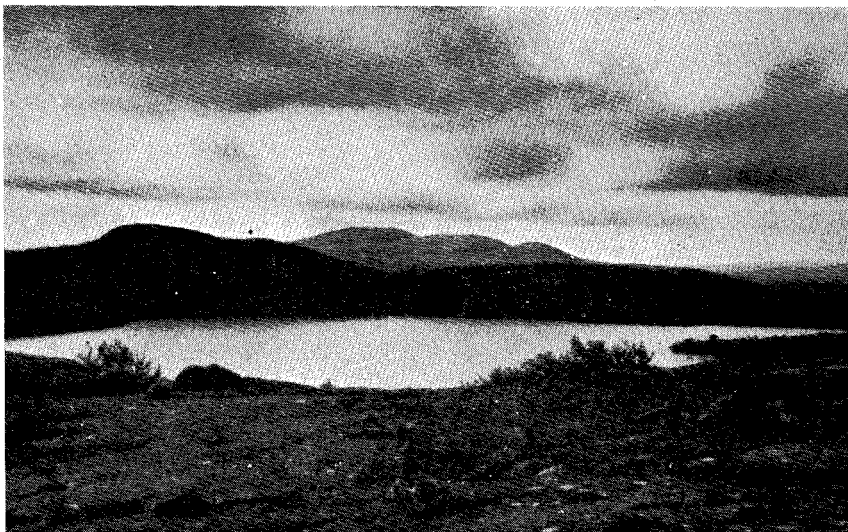
Pohjois-Petsamo, jossa nikkeli-alue sijaitsee, on suurelta osalta tunturimaastoa. Jäämeren rannikon muodostavat paljaat ja jyrkät kalliokot, jotka etelässä rajoittuvat koivu- tai sekametsää kasvavaan alavampaan Maajärven—Kuvernöörinkosken maastoon. Rannikosta etelään n. 40—50 km kohoavat Orshoavain tunturit sekä varsinaiset Petsamontunturit, jotka loivana pohjoiseen päin kaartuvana jonona ulottuvat Norjan

rajalta Venäjän rajalle. Etelässä häipyvät nämä tunturit vähitellen tasaiseen ja soiseen alueeseen, missä siellä täällä kohoaa jokin yksinäinen paljas laki. Petsamontunturit ovat loivarinteisiä kukkuloita, joiden korkeimmat laet nousevat 500—600 m korkeuteen. Länsipäässä ovat tunnetuimpia Kaulatunturi ja Säräslaki ja niiden lähellä alueen korkein laki Kuorpuukas, joka kuitenkin taka-alalla ollen on vähemmän tunnettu. Kes-

kiosassa tunturiryhmää ovat Onkitunturien huiput ja idässä päättää Mattert tunturijonon. Varsinainen malmivyöhyke sijaitsee suurimmalta osalta puurajan yläpuolella. Vain jokilaaksoissa ja lukuisissa järvipinaumissa voi tavata yksinäisiä koivuja ja matalaa koivikkoa. Paikoittain on kallioperä hyvin paljastunutta, mutta toiselta puolen on taas suuria alueita, jotka ovat moreenin peitossa. Lumi on suurimmaksi osaksi pois tuntureilta jo kesäkuussa ja uusi tulee ja jää syys-lokakuun vaihteessa.

Yhteydet Petsamoon olivat varsinkin alkuaikoina hankalat. Rovaniemen-Petsamon maantien viimeinen osa valmistui v. 1928, mutta liikenne lumikelien aikana oli senkin jälkeen vaivalloista ja matka Petsamoon tehtiinkin usein Ruotsin kautta Narvikiin ja sieltä edelleen laivalla. Viime vuosina maantie pidettiin kuitenkin auki talvisinkin ja pääsy Rovaniemeltä eteenpäin oli mukavaa ja nopeata.

Kun Petsamon alue Tarton rauhassa luovutettiin Suomelle, herätti uusi alue monella taholla mielenkiintoa emämaassa. Niinpä



Kuva 1. Petsamontunturien maastoa. Taustalla Onkitunturit idästä nähtynä.

Geologinen Toimikunta lähetti sinne jo v. 1921 retkikunnan, jonka lähimpänä päämääränä oli selvittää, jatkuuko Sydvarangerin rautamalmi Suomen puolelle. Samanaikaisesti tutustuttiin alueeseen laajemmaltikin ja retkikunnan jäsen H. Törnqvist löysi tällöin retkeillessään Petsamontuntureilla Kotseljoen laaksosta kiisumalmipuhkeaman, josta otetut näytteet osoittautuivat huomattavasti nikeliä sisältäviksi. Tämä löytö oli alkusysäyksenä tutkimustyölle, joka jatkui koko sen ajan, minkä Suomi omisti Petsamon ja jonka näkyvänä tuloksena oli jo hyvään alkuun päässyt kaivosteollisuus tuntureilla.

Geologisen toimikunnan tutkimukset.

Ensi löytöä seuranneena vuonna Geologinen toimikunta lähetti Petsamoon uuden retkikunnan, jonka tehtävänä oli tarkemmin perehtyä löytöön ja sen ympäristöön. Professori H. Hausenin johdolla esiintymä tutkittiin ja kesän kuluessa ehdittiin myöskin saada ylimalkainen kuva alueen geologiasta ja malmien asemasta siinä. Kun vaamattomimpiakin pohjakarttoja puuttui, edistyi työ hitaasti, mutta se serpentiini-fylliittivyöhyke, johon malmit ilmeisesti kuuluivat, tuli suurin piirtein rajoitettua.

Vuoden väliajan jälkeen tutkimuksia jatkettiin. Niiden johtajana toimi tällä kertaa professori V. Tanner, joka oli tässä tehtävässä sitten aina vuoteen 1931. Työ voitiin nyt kohdistaa rajoitetumpaan alueeseen. Vyöhykkeen länsiosa ruudutettiin ja järjestelmällinen kartoitus ja etsintä pantiin käyntiin. Tämän tarkoituksena oli serpentiini-fylliittivyön alueellisen esiintymisen tarkempi rajoittaminen ja sen geologisten yksityiskohtien selvittely. Ennenkaikkea kiinnitettiin huomio uusien esiintymien löytämiseen. Kaulatunturin—Ortoaivin maastosta, joka on suhteellisen hyvin paljastu-

nutta, löydettiin uusia malmeja joko suoranaisiin kalliohavainnoin tai paikalla olevien lohcareiden avulla. V. 1924 löydettiin Kammi-kivitunturin puhkeama ja pari muuta sen ja Ortoaivin välisestä notkelmasta. Lisäksi tavattiin Kaulatunturilta pieni kiisupesäke, mutta vasta seuraavana vuonna löysi ins. Törnqvist Kaulatunturin varsinaisen esiintymän. Samana vuonna löydettiin myöskin malmia läntisen Ortoaivin pohjoisrinteeltä.

Vuoteen 1926 mennessä oli täten jo löydetty useita esiintymiä, mutta niiden koosta ja arvosta ei voitu vielä paljoakaan sanoa. Mainittuna ja lähinnä seuraavina vuosina keskityttiinkin sentakia syväkauruksiin. Parhaimmalta näytti Kammikiven malmi ja poraus aloitettiin sieltä. Vuonna 1927 saatiin tämä työ päätökseen ja samaan aikaan aloitettiin poraaminen Ortoaivilla. Senjälkeen tuli Kaulatunturin vuoro, missä poraus aloitettiin v. 1929 jatkuen sitten aina vuoteen 1934 saakka.

Jo vuonna 1925 oli alueella suoritettu magneettisia mittauksia, mutta niistä luovuttiin, kun huomattiin, että serpentiinipatjojen herättämät magneettiset häiriöt olivat niin voimakkaat, että malmien aiheuttamat kentät hävisivät niihin. Osoittautui kuitenkin yhä tarpeellisemmaksi löytää apukeinoja niin hyvin puhtaaseen etsintätyöhön kuin geologisten piirteiden selvittelyynkin, ja sen takia aloitettiin geofysikaaliset tutkimukset laajemmassa mitassa. Kokeilunluontoisia sähkömittauksia oli vuori-insinööri Åkerman suorittanut Ortoaivin malmilla v. 1927, mutta vasta seuraavana vuonna tämä tutkimusmuoto sai vauhtia, kun sen johtoon tuli professori V. Ylöstalo. Kahtena ensimmäisenä vuonna keskityttiin Kaulan—Ortoaivin alueen sähkölliseen selvittelyyn. Seuraavana kesänä, jolloin ja josta lähtien insinööri W. Nordin vastasi näistä tutkimuksista, tyydyttiin uusien menetelmien kokeiluihin tunnetuilla alueilla. Myöhem-

pinä vuosina sähkötutkimuksia jatkettiin itäänpäin ja vuoteen 1934 mennessä oli koko vyöhyke tutkittu Pilgujärven maastoon saakka n. parikymmentä kilometriä Kaulatunturista itään. Magneettisia mittauksia suoritettiin samanaikaisesti sekä Tiberigin että Schmidtin vaa'alla, mutta sekä niiden käyttö että merkitys oli toisella sijalla.

Käytetyt sähköiset menetelmät olivat induktiomenetelmiä. Niiden tuloksena saatiin suuri joukko indikatioita, joiden laatua tutkittiin kaivauksin ja porauksin. Ala-Pilgujärven länsipäässä paljastivat kaivaukset malmiutuneen kontaktin, joka porauksissa osoittautui kuitenkin vähäarvoiseksi. Myöskin Kammikiven ja Ortoaivin väliltä löydettiin pieni malmi indikatioiden avulla. Yleensä voitiin varsinaisessa malmietsinnässä suuri osa johteista eliminoida merkityksettöminä paikan geologisen kuvan ja malmien esiintymisestä saadun kokemuksen perusteella, mutta kun niiden yleinen kulku kuitenkin seuraili paikan geologista rakennetta, antoivat ne tärkeitä viitteitä sen muodosta ja häiriöistä.

Geologinen tutkimus, joka sähkötutkimus- ja porausvuosina oli jäänyt taka-alalle, voimistui professori H. Väyrysen osallistuessa tutkimuksiin ja tultua niiden johtajaksi v. 1933. Työnsuoritukseen yleensä ja sen nopeuteen vaikutti ratkaisevasti se, että v. 1932 saatiin käytettäviksi armeijan ottamat ilmavalokuvat alueesta. Näiden avulla voitiin kartoittaa nopeasti malmivyöhykkeen itäisen osan kulku ja selvittää koko tunturimuodostuman rakennetta ja laajuutta. Monet piirteet voitiin suoraan lukea kuvista ja jäljelle jäi vain niiden tarkistaminen luonnossa. Näiden vuosien aikana löydettiin vielä muutamia kiisuesiintymiä, nimittäin n.s. Mironan malmi Raijeoaivinjunnen N-puolella ja Soukerjoen leirin malmi v. 1931 sekä Onkitunturin malmi v. 1932.

Vuosi 1934 oli merkityksellinen

Alueen geologia.

Tunturimuodostuma.

Petsamon geologiaa on käsitelty Geologisen toimikunnan tutkimusvuosien toimintakertomuksissa sekä yksityisissä julkaisuissa, joita ovat kirjoittaneet H. Hausen, J. J. Sederholm, C. E. Wegmann ja H. Väyrynen.

Alueen erikoispiirteen muodostaa n.s. Petsamontunturien muodostuma eli tunturimuodostuma, joka käsittää pohjois-Petsamon keskiosan, kuten karttakuva osoittaa. Muodostuman rajat eivät ole kartassa tarkkoja, sillä olen piirtänyt ne pääasiassa sellaisina kuin ne muistan kartoituksistani Geologisen toimikunnan töissä vv. 1931—1933. Sitäpaitsi on etelärajan alue suurimmalta osalta vahvojen maakerosten peitossa, joten rajan tarkka määrääminen siellä ei ole mahdollistakaan. Muuallakaan ei muodostuman kontakteja alustan graniittisiin kiviin ole voitu suoranaisesti havaita.

Muodostumaan kuuluu erilaisia kivilajisarjoja, etupäässä emäksisiä pintakiviä, syväkivilajien ja normaalien sedimenttikivien ollessa taka-alalla. Nämä kivilajisarjat edustavat Väyrysen mukaan poimupeitteitä, jotka loivassa asennossa ovat työntyneet toistensa yli. Sekä kivien että peitteiden yleinen kulku on itä-läntinen ja kaade eteläänpäin.

Malmigeologisesti mielenkiintoinen on kivisarjoista

serpentiini-fylliittivyöhyke,

johon nikkelimalmi liittyy. Se sijaitsee lähellä tunturimuodos-

tuman keskustaa. Sen alkua on lähellä Norjan rajaa, mistä se Petsamontunturien pohjoisrinteitä seuraten kulkee loivassa kaareissa poikki Petsamon alueen. Vyöhyke on selvästi erottuva ja seurattava horisontti. Vain itäisin osa on katkeileva ja heikosti kehittynyt. Sen kokonaispituus on n. 50 km ja sen leveys on parhaimmillaan 2—3 km. Päälystän muodostaa laaja ja yhtenäinen diabasialue, jossa diabasipatjojen välissä voi tavata fylliitti- ja aglomeraattikielekkeitä ja kapeita, mutta kulun suunnassa kestäviä ultraemäksisiä vöitä, lähinnä pyrokseeniitteja. Vyöhykkeen alustan kiviin kuuluu enimmäkseen vulkaniitteja, joita tunnelileikkauksessa (kuva 3) edustavat voimakkaasti deformoituneet pillowlaavat ja agglomeraatit.

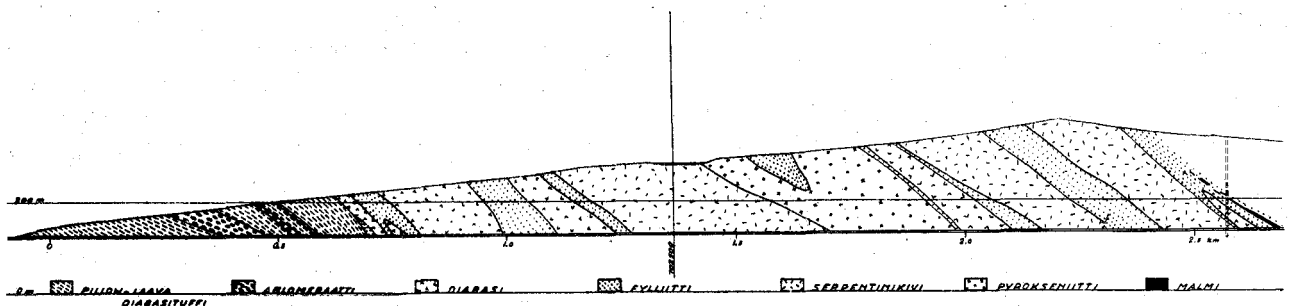
Vyöhykkeen kulku mukailee tunturimuodostuman yleistä rakennetta ja sen kaade on sen muodostaman kaaren sisäänpäin, ollen useimmiten loiva. Akselisuunnat ovat yleensä eteläisiä. Suurin ja huomattavin rakenteellinen piirre ilmenee vyöhykkeen kaarimaisessa kulussa. Fylliitti-serpentiinivyö on muodostunut heikon kohdan muodostumassa ja sen mukaisesti reagoinut herkemmin kuin ympäristönsä. Tästä ovat osoituksena lukuisat suuremmat poimut, jotka kuvastuvat intrusivien kulussa, ja sitä kuvastaa epäkompetenttien liuskekerrosten puristuminen sykyräisiin pienoispoimuhiin. Siirros ja hankau-mapintoja tavataan lukuisasti. Siirtymisten määrät rakenteen mukaisissa pinnoissa eivät ole helposti määrättävissä, mutta poikki-siirroksiset, päätellen hyppäyksistä

intrusivipatjojen kulussa, magneettisista anomaliaista j.n.e., ovat olleet pieniä. Poikkeuksen tekee ehkä idässä oleva Sarrojärven—Sallojärven linja, minkä linjan itäpuolella serpentiinivyöhykettä ei ole enää saatu kiinni, vaikka se sen länsipuolella sekä suoranaisten havaintojen että magneettisten mittausten mukaan on huomattava.

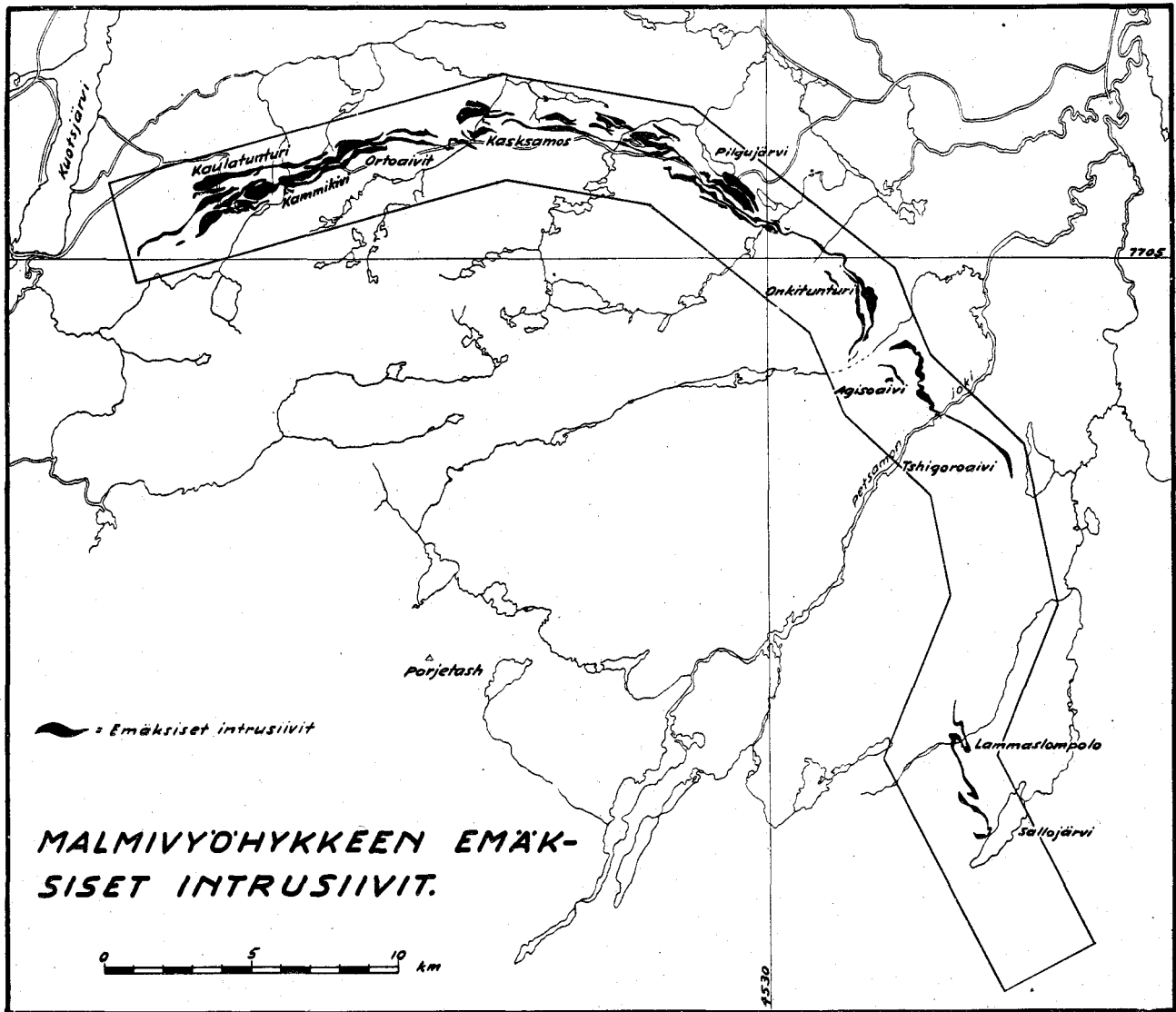
Serpentiini-fylliittivyöhykkeen muodostavat kuten nimikin sanoo pääasiassa fylliitit ja serpentiinikivet. Siellä täällä tavataan lisäksi jokin diabasipatja ja siihen kuuluvat luonnollisesti myös malmit, vaikkakin niiden kvantitatiivinen osuus on merkityksetön.

Tunnelin poikkileikkaus (kuva 3) ja karttakuva 4 antavat käsityksen näiden eri tekijöiden määrästä, muodosta ja kulusta. Länsipäässä on intrusiivien osuus huomattava ja ovat ne merkityksellisinä tekijöinä aina Onkitunturille asti, mutta siitä eteenpäin edustaa serpentiinikiviä yksi ainoa patjahorisontti sekä paikoin häipyneenä karttakuvasta.

Intrusiivit esiintyvät katkeilevina kerrosjuonina ja linseinä, muodostaen usein aika pitkiä yhtenäisiä jaksoja. Keskiosan patjojen katkeileva kuva perustuu lähinnä magneettisiin havaintoihin ja on siihen paikoin suhtauduttava varovaisuudella. Serpentiinit seuraavat yleensä liuskekerrosten suuntaa. Ne poikkeukset, mitä on nähty, koskevat yleensä pikkupiirteitä tai ovat sekundärisiä. Sama on asianlaita diabasipatjojen suhteen, joskin niiden ja fylliittien kontakteissa on sekä tunnelissa että maastossa tavattu



Kuva 3. Tunnelileikkauksen geologia.



Kuva 4.

muutamia kauniita intrusiivibreksoita, missä diabasi sisältää lukuisia murtokappaleita päällystänä olevaa liusketta. Diabasiin ja serpentiinien väliset suhteet ovat eräissä kohdoin havaittavissa ja rajoittuu serpentiini niissä tiivein kontaktein diabasiin.

Diabasit ovat vihreänharmaita, yleensä hieno- tai keskirakeisia kiviä, joiden mineraaleista vain pyrokseeni on selvään nähtävissä ja tunnettavissa. Kvartsi- karbonaatti- ja aksiniitti-juonet ovat niissä hyvin tavallisia.

Kirjoituksessa tähän asti käytetty serpentiininimitys on ollut yhteisnimitys kivilajisarjalle, jonka huomattavin komponentti on serpentiinikivi, mutta johon kuuluu

lisäksi pyrokseeniittejä ja gabroja. Nämä eri laadut esiintyvät useimmiten yhtenäisinä patjoina yllämenorajoin, serpentiini alimmaisena, pyrokseeniitin ja gabron seurattessa. Näiden keskinäiset määrät voivat vaihdella eri paikoissa samaakin patjaa, mutta yleensä on serpentiinikivi vallitseva. Serpentiiniosan rajavyöhyke alustaan vasta on kaikissa havaituissa tapauksissa tiivis muunnos, joka vähitellen, mutta suhteellisen nopeasti muuttuu normaaliksi serpentiiniksi. Raja päällystää vastaan, siellä missä sen muodostaa gabro, on ainakin paikoin havaittu yhteenkasvaneeksi muuttuneen liuskeen kanssa. Pyrokseeniitin ja serpentiinin raja on useimmiten

vähittäinen, vaikkakin nopea, ja ne esiintyvät myöskin vuorottelevasti. Harvemmin on tavattu teräviä kontakteja, jotka viittaavat erillisiin intrusioihin.

Serpentiini on mustaa tai tummanharmaata, tavallisesti suuntautumaton kiveä, missä suuremmissa pinnoissa tavataan magnetiitti-juovia sekä asbesti- ja karbonaatti-juonia. Lukuisat hanku- mapinnat ja vyöt sisältävät pinnan suuntaista kuitua. Alkuperäisistä mineraaleista tavataan pääasiassa vain pyrokseeniä ja amfibolia. Olivinia, jota alunperin on ollut huomattavasti, on havaittu vain parissa paikassa, toisessa niistä kylläkin hyvin runsaasti.

Pyrokseeniitti on melkein mono-

mineraalinen kivi. Sitä on kahta eri laatua, karkeaa ja hienorakeista. Tunnelissa on näiden välinen terävä, kielekkeinen raja hyvin näkyvissä. Karkeassa muunnoksessa pyrokseeniyksilöt voivat olla lähes parikymmentä senttiä pitkiä. Plagioklasia tavataan saarekkeina ja sen määrä kasvaa päällystään päin ja vähitellen kivi muuttuu makroskooppisesti ofiittiseksi gabroksi.

Edellämainittujen lisäksi on tavattu emäksistä kiveä, joka korkeintaan muutamien metrien paksuisina juonina leikkaa serpentiinikiveä. Nämä juonet ovat reunoiltaan tiivistä, keskustastaan hienorakeista kiveä, jonka laatua ei ole lähemmin tutkittu ja josta on vain käytetty nimitystä juonikivi.

Malmivyöhykkeen liuskeet ovat selvään kerroksellisia, usein nauhaisia rakenteeltaan. Ne ovat ilmeisesti normaaleja veteen laskeutuneita sedimenttejä, joissa Väyrysen mukaan tuhkamateriaalin määrä on huomattava. Suurelta osalta ne ovat kloriittifylliittejä. Pienessä määrässä on tavattu grauwacke- ja konglomeraattikerroksia sekä kvartsiittisia osia. Fylliittiset kerrokset ovat usein voimakkaasti liuskeentuneet ja särkyneet, kun karkeammasta tavarasta olevissa kompetenttimmissa paikoissa näkyy vain rakoilua. Maastossa ovat liuskeet helposti tunnettavissa yleisestä ruosteisesta väristään.

Malmi.

Vyöhykkeeltä on tavattu alun toistakymmentä nikkelimalmiesiintymää tai malmiaihetta sekä lisäksi muutamia kiisupuhkeamia, jotka eivät sisällä arvometalleja. Esiintymistä on suurin Kaulatunturi. Toisena seuraa Kammikivitunturi. Jäljelläolevista suurin osa on merkityksettömiä, ja ne, joista tiedot eivät ole lopullisia, eivät tässä vaiheessa lupaa paljoa.

Kuten edellä on viitattu, nikkelimalmi ilmeisesti sekä alueellisesti että sukulaissuhtein liitty-

vät alueen ultraemäksisiin kiviin. Sijoituksellisesti on tämä suhde hyvin intiimi, sillä se ei rajoitu vain niiden esiintymiseen samassa ja vain samassa vyöhykkeessä, vaan malmit esiintyvät aina serpentiinipatjoissa tai niiden välitömässä yhteydessä. Missä malmi tilapäisesti ja pienessä mitassa loittonee kauemmaksi, viittaa Kaulatunturin antama kokemus siihen, että malmin Cu- ja Ni-pitoisuus laskee. Erästä epävarmaa tapausta lukuunottamatta malmit esiintyvät serpentiinipatjojen alakontakteissa. Läntisimmät esiintymät, s.t.s. Kaulatunturin ja Ortoaivin välillä olevat, liittyvät eteläisimpään serpentiiniorisonttiin, kun taas idempänä olevat seuraavat alinta eli pohjoisinta serpentiinipatjaa. Sääntönä voidaan pitää, että malmit lisäksi ovat rakenteellisesti eloisissa ja liikkuneissa kohdin poimujen tai muiden poikkirakenteiden yhteydessä.

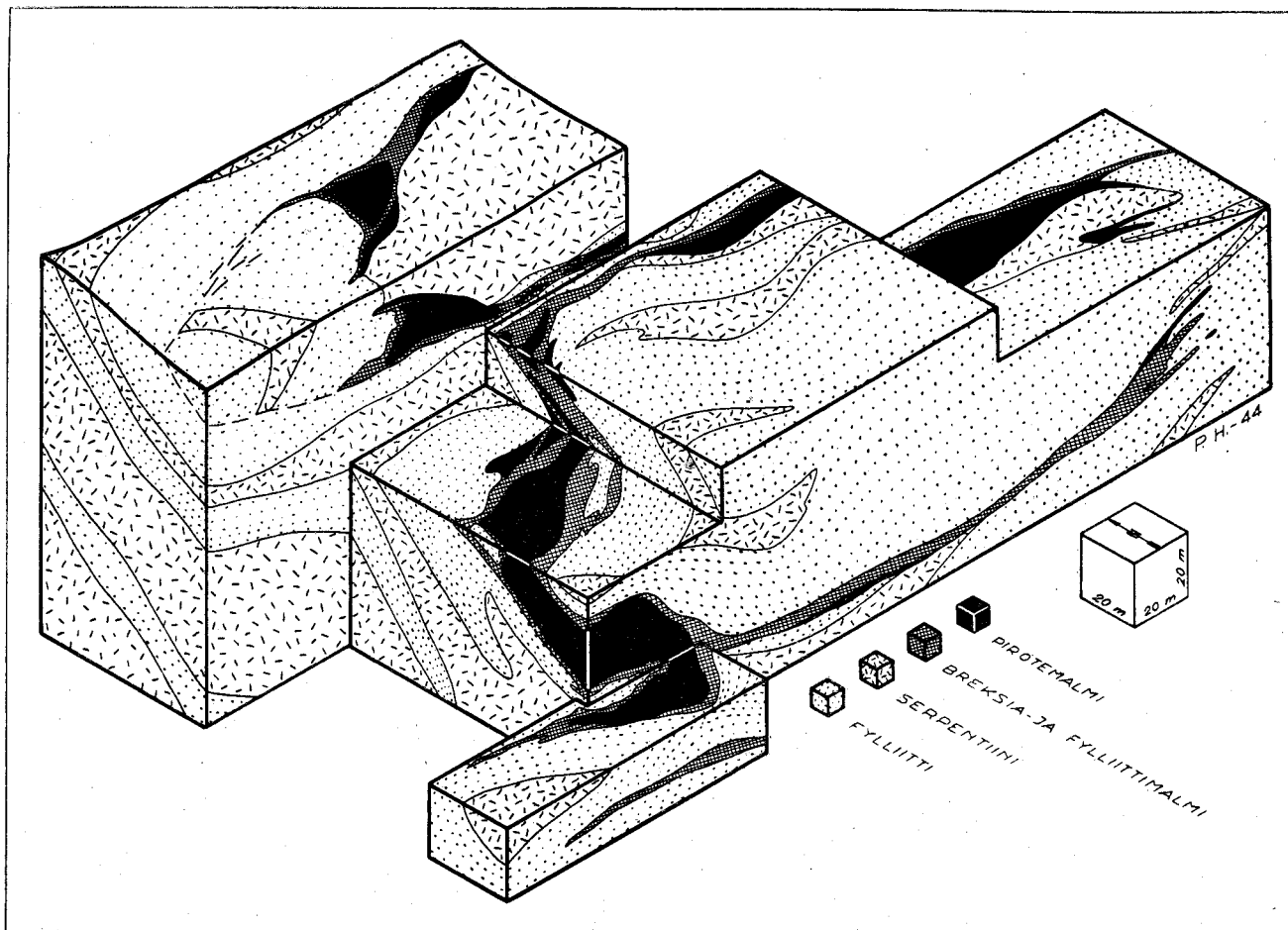
Malmityypit ovat eri esiintymissä hyvin samanlaisia. Kaikissa tavataan ja useimmissa on merkityksellisimpänä tekijänä n.s. impregnatio- eli pirotemalmi, joka on kiisuja sisältävää serpentiinikiveä. Useimmissa on lisäksi alustan fylliitti jossain määrin malmitunut ja sisältävät ne breksiamalmia, joka on kiisujen iskostamaa malmia tai sivukiveä.

Malmimineraalisältö on kaikissa sama, vaikka eri mineraalien määrä vaihtelee huomattavissa rajoissa. Yleisimpänä esiintyy magneetikiiisu ja sitä seuraavat pentlandiitti ja kuparikiisu. Magnetiitti on myös kaikkialla yleinen. Sitä vastoin tavataan rikkikiisua hyvin harvoin. Makroskooppisesti ei muita malmimineraaleja ole tavattu ja ilmeisesti on niiden kvantitatiivinen merkitys pieni. Silikaattisen kokoomuksen määrää isäntäkivj, lähinnä serpentiinikivi.

Kaulatunturin esiintymä. Kaulatunturin malminpuhkeama sijaitsee samannimisen tunturin etelärinteellä vyöhykkeen länsipäässä. Malmin kulku on jokseenkin itä-

läntinen, kaade 38° etelään. Syvyysakseli poikkeaa jonkin verran etelästä läntiseen suuntaan. Malmi muodostaa heikosti keskeltä alaspäin painuneen laatan, jonka pohja tunnelitason alapuolelle saakka on säännöllinen ja tasainen. Yläpinta on kupuraisempi ja epä-säännöllisempi varsinkin päissä, joissa on huomattavat paksunnokset. Suurin pituus on n. 500 m. Kaateen suunnassa tunnetaan malmi tarkemmin n. 200 m syvyyteen, mutta tiedetään sen jatkuvan vielä ainakin 100 m.

Malmin asenteesta, muodosta ja sen geologisista kehyksistä antaa käsityksen isometrinen piirros (kuva 5). Kolmiomainen puhkeama sijaitsee loiva-asentoisen serpentiinilaatan alakontaktissa, luoteisnurkassa. Syvemmällä malmi saa nopeasti lisää pituutta itäänpäin, ollen pian serpentiinilaatan mittainen. Malmin itäpää näyttää olevan tasaisesti huippeneva. Länsipään malmipaksunnos ja serpentiinipatjan pää päättyy jyrkästi ja rakennetta rikkovasti liuskeisiin. Alimmilla tasoilla tämä tylppä kärki saa kuitenkin selvän antiklinimuodon. Tämä antiklinirakenne on myös näkyvässä pinnalla toisessa serpentiinipatjassa, joka päällystässä terävänä poimuna kiertää malmin ja malmipatjan länsikärjen. Toinen voimakas rakenne malmimuodostumassa on breksiavyö, joka seuraa malmin jalkaa ja muodostaa useammassa paikoissa malmin alaosan. Breksia seuraa muodostuman rakennetta yleispiirtein, mutta leikkaa nähtävästi lännessä olevan poikkirakenteen. Kaade on yleistä kaadetta jonkinverran loivempi, josta johtuu sen leikkautuminen hitaasti alkuperäisen päällystän kiviin. Lähestyessään länsipään poikkirakennetta breksia hajautuu. Lounaaseen päin työntyvä haara leikkaa pinnassa palan serpentiinipatjan nurkasta sekä seuraa sitten syvyysuunnassa kiilautuvan patjan kattoa, kunnes patjan hävittyä yhtyy jälleen pää-



Kuva 5. Lohkokuvaus Kaulatunturin malmista.

vyöhön. Tämä haara ei kuitenkaan ole yhtenäinen eikä yhtä voimakkaasti kehittynyt kuin pääbreksia. Sen muodostavat katkeilevat kielekkeet ja vyöt, jotka suurin piirtein seurailevat samaa vyöhykettä. Haarojen yhtymisen jälkeen breksia vahvistuu ja käy yhtenäisemmäksi.

Voimakkaista ja jatkuvista liikkeistä ovat todisteina monet muutkin merkit. Alustan fylliitti on monin paikoin työntynyt teräviin poimuihin ja malmia lännessä rajoittavat liuskeet ovat vääntyneet sotkuiseksi vyyhdeksi. Päälystän serpentiinipatjan kiilautuvat kärjet ovat vääntyilleet ja hankautuneet talkkirikkaiksi kiviksi. Lopuksi lävistää malmia sen asenteen mukainen systeemi hankaus- ja siirospintoja, jotka ovat vielä osittain avoimia ja antavat runsaasti vettä. Liikunnat ovat kesänneet ilmeisesti pitkän aikaa, alkaen malmia edeltäneellä kaudella,

ollen vilkkaita sen syntyessä ja deformeiden sitä vielä sen muodostumisen jälkeen.

Malmin alustan muodostavat fylliitit ja pyrokseeniitit. Välittömästi malmiin rajoittuva kivi on tavallisimmin fylliittiä ja on raja terävä ja selvä. Malmimuodostuman päällystään kuuluu liuskeita, pyrokseeniitteja ja kauimpana diabaseja. Kontaktisuhteet päällystään ovat vaihtelevat. Pinnan läheisyydessä rajoittuu malmi serpentiinikiveen. Raja on jokseenkin nopea. Serpentiinin kiilautuessa pois muodostaa katon fylliitti. Kontakti on tällöin osalla aluetta ekonominen, Ni-Cu-pitoisuuden loppuessa hiljalleen tai rikkaampien voiden harvetessa ja heiketessä. Syvimänä, jossa katto on edelleen fylliitissä, on kontakti taas riidaton.

Malmissa on sekä rakenteellisesti että sijoituksellisesti erotettavissa kolme päätekijää, nim.

1. pirotemalmi
2. breksiamalmi
3. fylliittimalmi

Pienissä määrissä esiintyvistä puhtaista kiisumassoista on käytetty nimitystä läskimalmi ja lounhinnallisena nimityksenä esiintyy vielä rikaste- eli köyhämalmi, johon kuuluu pirote- ja fylliittimalmia.

Pirotemalmi, joka on malmiutunutta serpentiinikiveä tai pyrokseeniittia, muodostaa malmin pääosan ja käsittää sen kattopuolen tai keskustan; vain poikkeuksellisesti ja pienissä määrin tavataan sitä malmin alustaa vastaan tunnelitason yläpuolella. Sen yleisin tyyppi on ulkonäöltään vaatimaton ja harmaa. Kiisut ovat hienojakoisia ja tasaisesti jakautuneita ja näkyvät hyvin vain aivan tuoreessa, puhtaassa pinnassa. Malmi on enimmäkseen suuntautumaton. Malmimineraaleja ovat tärkeys- ja enemmyysjärjestyksessä

pentlandiitti, kuparikiisu, magneettikiisu ja magnetiitti. Ne esiintyvät mikroskooppisen pieninä rakeina intiimisti yhteenkasvaneina silikaattimineraaleihin ja toistensa kanssa. Pentlandiitti on usein hallitseva mineraali. Kuparikiisupitoisuus on tasainen. Huomattava analysiluku tyyppillisintä pirotemalmia antoi Ci-Ni-suhteeksi 7/18. Paitsi impregnationa esiintyvät kiisut myöskin terävinä, lyhyinä haavajuonina, jotka voivat tihentyä ja laajeta juoniverkostoksi. Kiisuhaavat leikkaavat asbestijuonia, joissa esiintyvä kiisu on yhtä hienojakoista kuin pirotekin. Lämpökäytempä ja mitoitetaan suurempia ovat monet karbonaatti- ja kuitujuonet, jotka myöskin sisältävät malmimineraaleja. Ne ovat olleet tai myöhemmin muodostuneet hankauspinnoiksi, esiintyen jälkimmäisessä tapauksessa katkonaisina jätteinä. Tasaisen ja hyvän pirotemalmin sisällä esiintyy joskus sulkeumanluontoisesti malmiutumantonta serpentiinikiveä. Kivi näissä on hyvin tiivistä, sarveismaisesti lohkeilevaa, ilmeisesti jokseenkin puhdasta serpentiiniä. Toisenluontoisia ovat ne jo mainitut emäksiset ja malmiutumattomat juonikivet, joita joko selvinä juonina tai sulkeumanluontoisesti tavataan malmin sisällä.

Laadultaan on pirotemalmi parasta esiintyvistä tyypeistä. Tämä ei ilmene vain siinä, että raakamalmiin Ni- ja Cu-prosentit ovat keskimäärin korkeimmat, vaan erittäinkin siinä, että kiisuosa on hyvin Ni-rikas.

Breksiamalmi muodostaa Kaulan malmin jalkapuolen, ja keskellä ja syvempänä koko malmin. Sen säännöllinen asenne ja muoto antaa säännöllisyyttä koko malmiutumalle. Kattopuolella esiintyvät breksiamalmit ovat katkonaisia ja vähemmän merkityksellisiä. Rajat pirotemalmia vastaan ovat teräviä hankauspintoja. Pirotemalmin puolella voi kontaktiin rajoittuva osa kyllä olla brek-

sioitunut, mutta sen laatu on selvästi tunnettavissa.

Breksiamalmi on kiisumassaa, jossa on runsaasti sivukiven ja toisten malmilajien sulkeumia. Määritelmästä ilmenee, että kiisut päätyypissä ovat painavampi tekijä. Välimuotoja toisiin tyyppihin syntyy, kun esim. jokin sulkeumalaatu vallitsee ja sulkeumien määrä kasvaa ja muodot tulevat teräviksi, mutta nämä välimuodot ovat määrältään vähäisiä. Isot sulkeumat ovat yleensä harvinaisia. Enemmistö vaihtelee läpimitaltaan muutamista senttimetreistä mikroskooppisiin siruihin. Ne ovat pyörityneitä, usein venyneitä ja haarniskapintaisia ja enemmän tai vähemmän selvästi suuntautuneita. Sivukivisulkeumat ovat usein kloriittiutuneita, mutta on niissä selvästi tunnettavissa fylliittejä, juonikiveä ja breksian kärjessä kvartsimurskaleita. Hyvin säilyneet pirotemalmisulkeumat ovat harvinaisia, mutta suuremmissa pinnoissa voi nähdä aave-maisia jätteitä tästä malmista runsaastikin. Kiisut ovat karkeampia kuin pirotemalmissa ja selvästi tunnettavissa. Pentlandiittitähtiä on runsaasti ja ovat ne saakoin kuin Cu-kiisukin tasaisesti jakautuneet. Paikoin ehkä voi erottaa suurempaa kuparikiisurunsausta sulkeumien ympärillä, mistä se tunkeutuu sulkeumiin auenneisiin rakoihin. Malmin Ni- ja Cu-prosentit lähentelevät samoja arvoja kuin pirotemalmissakin, mutta kiisumäärään verrattuna on laatu paljon huonompaa. Kuparin ja nikkelin suhde on lähimain sama kuin pirotemalmin. Jalkaa seuraileva osa on laadultaan tasaista, kattopuolen breksioissa ovat vaihtelut suurempia.

Selvästi nuorempana polvena tavataan avoimissa, breksiaa lävistävissä siirrosraoissa rikkikiisusikeröitä.

Fylliittimalmia, joka on malmiutumunutta fylliittiä, esiintyy sekä malmin jalka- että kattopuolella. Edellisessä on sen esiintyminen

kuitenkin hyvin paikallista. Kattopuolella on se ainakin tunnetussa länsiosassa merkittävä tekijä. Se muodostaa siellä pirote- ja breksiamalmin ympärille usein laajoja kehä. Esiintymistavaltaan ja laadultaan se on vaihtelevampi ja kirjavampi tyyppi kuin toiset. Ehkä yleisin laji on se, jossa valtaosa kiisuista esiintyy poikittaisina haavajuonina sekä kerrosjuonina tai muissa särkymisraoissa. Toisena esiintyy tyyppi, jossa pääosa kiisusta esiintyy impregnationa. Eri kerrokset ovat olleet eri tavalla vastaanottavaisia ja myöskin rae-suuruus samoinkuin mineraalilaatu vaihtelevat kerroksesta kerrokseen. Tästä johtuu, että sellaisissakin tapauksissa, joissa liuske on melkein muuttunut kiisumassaksi, alkuperäinen rakenne on vielä selvästi nähtävissä tai ainakin ylimenoista johdettavissa.

Tyyppi- ja rakennekirjavuutta vastaa laadullinen vaihtelu. Malmimineraalit ovat muuten samat kuin toisissakin päätyypeissä, paitsi että rikkikiisua tavataan jonkin verran. Magneettikiisu on valitsevana ja kuparikiisun määrä on suhteellisesti kasvanut verrattuna pentlandiittiin, jopa niin huomattavasti, että keskimääräinen kupariprosentti on hieman suurempi kuin nikkelin. Pirotetyyppi fylliittimalmia on yleensä köyhää; juoni- ja verkkotyyppisessä on parhaimpaan malmiin verrattavissa olevia kohtia. Magneettikiisupitoisuus jatkuu usein huomattavana yli malmin rajojen.

Läskimalmi on määrältään vähäinen, mutta näöltään kaunis malmityyppi. Se esiintyy mielellään rajakohdissa kielekkeinä, linsseinä ja epämääräisinä pahkuina. Läskimalmi sisältää käytännöllisesti katsoen vain kiisumineraaleja, samoja kuin edellisissäkin tyypeissä. Kupari- ja nikkelimäärät ovat korkeat, mutta niiden suhde on hyvin heilahteleva. Nikkelirikkaissa osissa on pentlandiittirunsaus näkyvissä kauniina, jokseenkin suurina kiteinä. Näistä teh-

dyt pentlandiittianalyysit antavat nikkelpitoisuudeksi 35,5 %.

Laadullisesti voidaan Kaulatunturin koko malmi jakaa kahteen suureen osaan, läntiseen ja itäiseen, rajan kulkiessa malmin puolivälissä. Osien välillä on selvä ja huomattava ero nikkeli- ja kuparipitoisuudessa. Länsipäässä on Ni-pitoisuus suurin malmin keskustassa, jossa se pysyy suhteellisen tasaisena, loppuen jyrkästi jalassa, mutta heiketen asteettain kattopuolelle. Kuparin esiintyminen on säännöttömämpi sen määrän noustessa päällystää kohti. Rikkiprosentit osoittavat, että kiisut monissa leikkausissa muodostavat jyrkän ja rohkean vyön malmin ympärille, josta ne sitten vähenevät ulos- ja sisäänpäin. Muiden metallien suhteen ovat tiedot sekä keskimääräisistä pitoisuuksista että niiden jakautumisesta epätarkkoja Koboltin määrä on hyvin pieni. Sinkkiä ei ole tavattu kuin jälkiä. Lyijyä on esiintynyt sulaton prosesseissa. Platinametalleja ja hopeaa on myöskin vähän, kulta on sen sijaan jokseenkin olematon.

Vyöhykkeen muut esiintymät:

Kammikivitunturin puhkeama on samannimisen tunturin pohjoisrinteellä, josta se loivalla eteläisellä kaateella työntyy tunturin sisään. Molemmista päistään kiilautuva kapea puhkeama on n. 80—100 m pitkä. Kaateen suunnassa malmi hajaantuu ja loppuu suunnilleen saman matkan päässä. Malmi sijaitsee synkliniksi painautuneen eteläisimmän serpentiinipatjan alakontaktissa. Rakenteen länteen päin malmista on rauhallinen, mutta välittömästi idässä muodostuma kääntyy teräväksi, suurehkoksi antikliniksi, jonka yhteydessä on toisia pieniä kiisupuhkeamia. Malmin alustana on fylliitti, johon raja on terävä. Katto on serpentiinissä ja kontakti siinä on hyvin nopea.

Kammikiven malmissa on kaksi

päätyyppiä, nimittäin päällä oleva pirotemalmi ja alustaa vastaan oleva osa, joka on kuparikivimäistä kiisumassaa. Pirotemalmi kuuluu samaan tyyppiin kuin Kaulallakin. Sen kiisut ovat kuitenkin huomattavasti karkeampia. Kuparikivimäinen malmi on hienorakeinen ja juovainen. Juovaisuus johtuu erilaisesta kiisukarkeudesta ja myöskin kiisulaatujen järjestäytymisestä. Tämä antaa malmille kerrallisen asun, joka tuo välittömästi mieleen alustan sama-asenteiset liuskeet. Malmissa olevien silikaattirakeiden laatu ja esiintymistapa viittaa myös samaan alkuperään. Malmin laatu herätti aikoinaan suuria toiveita ja esiintymää porattiin kaikkiaan kolmeen otteeseen, mutta joka kerta tultiin tulokseen, että malmi on pieni. Kokonaiskokoomuksesta ei Petsamon Nikkeli Oy:llä ole tietoja olemassa, mutta puhkeaman analyysit osoittavat laadun siinä olevan korkeata luokkaa. Laatu ja läheisen Kaulatunturin malmin luomat edellytykset tekevät Kammikiven esiintymän hyväksikäytön mahdolliseksi.

Toiset Kammikiven muodostumaan kuuluvat esiintymät ovat hyvin pieniä. Varsinkin *Ortoaivi* muistuttaa monessa suhteessa Kammikiven malmia.

Kotseljoen historiallinen löydös sijaitsee Kaulan ja Kammikiven välillä. Se liittyy myöskin eteläiseen serpentiinipatjaan kohdassa, missä voimakas poikkirakenne tekee geologian hyvin eloisaksi ja sotkuiseksi. Alkuperäinen ja eniten tutkittu kohta on fylliitissä oleva breksiakieleke, mutta tähänkin esiintymään kuuluu malmiutunut serpentiinin alareuna. Pirotemalmin määrä ei ole suuri, ja vastaten harvaa ja karkeahkoa sulfidipitoisuutta on myöskin Ni-pitoisuus heikko.

Soukerjoen malmiaihe on läntisin pohjoiseen serpentiiniorisonttiin liittyvistä malmeista. Se esiintyy yksinäisen ja erillisen ultraemäksisen linssin kaarevassa poh-

jassa. Esiintymää ei ole lähemmin tutkittu. Malmi on köyhää pirotemalmia.

Mironan malmi, joka on edellisestä puhkeamasta itään, kuuluu samaan vyöhön. Serpentiinipatja, johon se kuuluu, hajautuu paikalla useihin teräviin kärkiin, ja yhden tällaisen kärjen alaosa on malmiutunut. Pieniä kiisupesäkkeitä on havaittu myös serpentiinissä lähellä päällystää. Esiintymä, joka on pirotemalmia, on pieni ja sen laatu keskinkertainen.

Pilgujärven malmiutunut vyöhyke, joka on parin kilometrin mittainen, on maastossa, missä kalliopaljastumia on vain itäpäässä. Näiden lähistöltä löytyi sähköjohdeiden avulla ensimmäinen malmaihe. Kun magneettiset mittaukset kauempana lännessä antoivat erittäin vilkkaan kuvan geologiasta, suoritettiin siellä porauksia, joissa tavattiin malmia. Koko kontaktivyöhyke osoittautui mineralisoituneeksi, mutta toistaiseksi ei ole voitu todeta suurempaa keskittymistä malmimuodostuksessa. Täälläkin malmi seuraa serpentiinipatjan alapintaa, joka jyrkässä asennossa työntyy etelään päin. Keskiössä on kontaktin kulku tasainen, mutta muuttuu lännessä katkeilevaksi ja voimakkaasti aaltoilevaksi. Alustassa vaihtelee rajapinnassa oleva kivi ollen fylliittiä, mantelikeivä tai diabasia. Rajavyöhyke on liikunut ja useimmissa tapauksissa on sen yhteydessä tavattu breksiamalmia. Pääosan muodostaa pirotemalmi, joka vähitellen heikkenee ja loppuu päällystän serpentiini-pyrokseeniittiin. Keskimääräinen Ni-pitoisuus ei ole korkea, mutta paikallisia rikkaita laatuja on tavattu.

Onkitunturin esiintymä, joka on pirotemalmia, sijaitsee samantyyppisissä geologisissa kehyksissä kuin Kammikivitunturin malmi. Se ja sen päällystän muodostava serpentiini muodostavat synklinin, jota idässä rajoittaa voimakkaam-

Kaulatunturin kaivos.

PAAVO HAAPALA.

Kaulatunturin malmi sijaitsee samannimisen tunturin S-rinteellä lähellä huippua, kappaleen matkaa puurajan yläpuolella. Etäisyys alueen lähimpään satamaan Liinahamariin on n. 65 km. Rautatie etelässä on n. 450 km päässä. Maantieyhteys molempiin paikkoihin on olemassa. Ilmasto tunturilla on kova ja arktinen eikä luodellytyksiä asutukselle. Suojaa tarjoava metsä alkaa kuitenkin jo muutaman kilometrin päässä pohjoisrinteellä.

Malmin kulku on itä-läntinen ja kaade 38° etelään. Malmin akseli poikkeaa jonkin verran etelästä länteen päin. Keskimääräinen pituus on n. 400 m ja on malmi

pi poikkirakenne, todennäköisesti siirros.

Kirjallisuutta:

Geologisen toimikunnan vuosikertomukset 1921—22, 1924—34.

Hausen, H., *Über die prä-quartäre Geologie des Petsamo Gebietes am Eismeere*. Bull. Comm. géol. Finlande, N:o 76, 1926.

Sederholm, J. J., *Några ord om berggrunden i Sydvaranger och närliggande delar av Finland*. Geol. Fören. Stockholm Förh. 52, 1930, 435—454.

Wegmann, C. E., *Zur Kenntnis der tektonischen Beziehungen metallogenetischer Provinzen in der nördlichen Fennoskandia*. Zeitschr. prakt. Geol. 37, 1929, 193—202.

Väyrynen, H. A., *Über die geologische Struktur des Erzfeldes Kamikivittunturi in Petsamo*. Bull. Comm. géol. Finlande, N:o 92, 1930, 19—32.

Väyrynen, H. A., *Petrologie des Nickelerzfeldes Kaulatunturi-Kamikivittunturi in Petsamo*. Bull. Comm. géol. Finlande N:o 116, 1938.

tunnettu n. 300 m syvyyteen, mutta lähemmin tutkittu osa on 200 m yläpuolella. Tälle välille lankeaa myös todettujen malminvarojen pääosa. Malmi jakaantuu laadullisesti kahteen osaan, läntiseen ja itäiseen, joista edellinen on huomattavasti rikkaampaa. Raja näiden välillä kulkee likimain malmin keskivälissä.

Kaivoksen avaus ja louhintamenetelmä.

Kaivoksen avaus ja louhinta suunniteltiin Kanadassa ja Englannissa, missä niille eniten omistivat aikaansa ja harrastustaan herrat J. Nicholls ja E. Pam. Seuraavassa esitetty yhteenveto perustuu Suomeen tulleeseen ja jääneeseen aineistoon, joka monessa suhteessa on epätäydellinen.

Avausta suunniteltaessa tutkittiin pystykuilujen, pysty- ja vino-kuilujen sekä kuilujen ja tunneliyhdistelmien tarjoamat vaihtoehdot ja valittiin näistä pystykuilutunneliyhdistelmä. Sen eduksi katsottiin kustannusten halpuus, sopeutuvaisuus muuttuvaan tuotantoon, ja se ratkaisi myös parhaiten paikan topografian ja ilmaston luomat vaikeudet.

Tunnelin alkukohdan valinnassa tuli ottaa huomioon maaston sopeutuvaisuus asutus- ja tehdasrakennusalueeksi, samalla pitäen silmällä sitä, että ilman ylenmääräistä tunnelipituutta suurin osa malminista jäisi sen yläpuolelle. Nämä tekijät olivat määräävinä, kun lähtökohta sijoitettiin metsäiselle rinteelle kolme kilometriä puhkeamasta luoteeseen. Tunnelinsuu tuli sijaitsemaan 121 m merenpinnan yläpuolella. Läheinen Kolosjoki antoi sitten paikalle sen nimen.

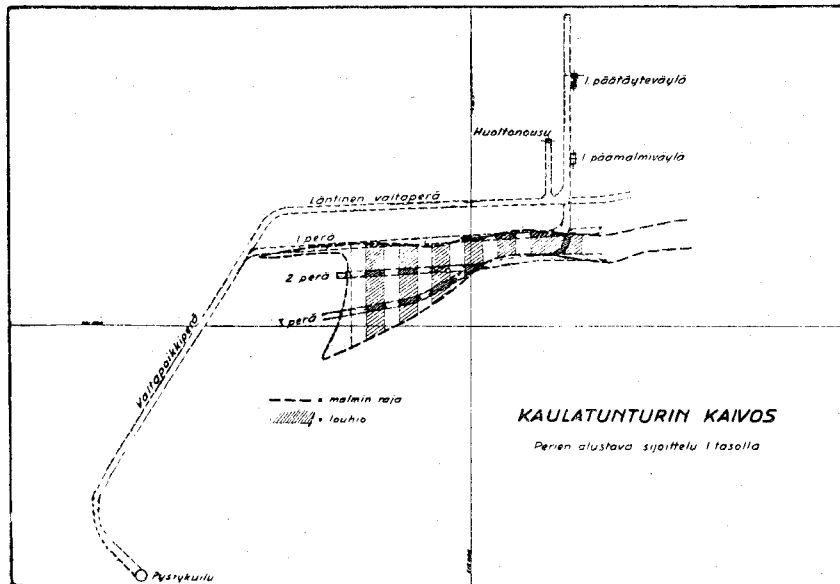
Kuilun sijoittamisessa olivat määräävinä seikkoina kiven kestävyys ja ajettavien yhdysperien pituus. Alunperin alustaan suunniteltu kuilu sijoitettiin lopullisesti malmiutumasta länteen sen välitömaan läheisyyteen.

Louhintamenetelmää valittaessa oli lähinnä pidettävä silmällä sitä, että malmin edelleen käsittely tuli tapahtumaan sähkösulatuksella ja että tämä edellytti menetelmää, joka antaisi mahdollisimman puhtaan malmin. Toiselta puolelta malmi oli rikasta, joten oli välttämätöntä saada se louhittua mahdollisimman tarkkaan. Cut-and-fill-menetelmän katsottiin täyttävän nämä ehdot, samalla kuin se voitiin helposti muuttaa square-set-menetelmäksi, mikäli päällystä tai malmi ei kestäisi ilman tukea.

Suunnitelmat kaivoksen kehittämiseksi.

Jo alunperin oli tarkoituksena avata ensi vaiheessa vain läntinen osa esiintymää, n.s. länsimalmi. Malmin kuljettamiseksi ylemmältä tasolta tunnelitasolle suunniteltiin kaksi 65° nousua päämalniväyliksi (main ore pass) ajettaviksi alustaan, toinen niistä heti, kun tunnelitason ja sen malmiväyläperien valmistuminen sen salli. Näiden lisäksi suunniteltiin 40° nousu voimaa ja tuuletusta varten, tämä n.s. huoltonousu tai vinokuilu myöskin malmin alustaan. Kaikki nämä nousut sijoitettiin länsimalmin itärajan kohdalle myöhempiä itämalmin tarpeita varten.

Copper Cliffissä tehtyjen tutkimusten mukaan maksimi taloudellinen tasoväli esiintymissä, joissa kaade on alle 45° ja joissa käy-



Kuva 6.

tetään täytemenetelmää, on 35 m. Tämä valittiin Kaulalla tasoetäisyydeksi niine pienine poikkeuksineen, mitkä johtuivat jo aloitettujen kuuluteräsrakenteiden paikkasijoituksista. Tunnelitason yläpuolelle lisättiin tasoväliin 10 m antamaan tukea ja lisäturvallisuutta pääkuljetustasolle. Tämän jaoituksen mukaan tuli tasoluku kuudeksi tunnelitaso mukaanluettuna.

Tasojen yleiseen avaussuunnitelmaan kuului ensiksi yhteyksien avaaminen päämalmiväylän, huoltorausun ja pystykuilun välille ajamalla vaadittavat poikkiperät (kuva 6) ja malmin jalkaa seuraava perä. Valtaperän ajon alustassa piti tapahtua vasta sitten, kun tutkimus oli selvittänyt jalan tarkan kulun. Malmin kattoa seuraileva perä haaraantui länsipään paksunnoksessa ja jatkettiin näitä haaroja kunnes ainakin malmin läntinen raja oli saavutettu. Yhdysperä suunniteltiin lähteväksi pystykuilulta kaarevasti pois päin, syystä että työn alla oleva kuilu oli ehkä tullut liian lähelle malmin ja haluttiin välttää pääkuljetusperän kulkemista mahdollisesti liikumaan tulevassa sivukivessä. Kolmannelle tasolle tuli poikkeuksellisesti ajaa ensin tutkimusperä pystykuilusta käsin malmin halki

huoltorausulle. Tämän jälkeen siellä oli suoritettava timanttiporaus, joka yhdessä maanpinnan paljastuksen kanssa antaisi mahdollisuuden tarkistaa malmirajat ensimmäisellä ja toisella tasolla perien lopullista sijoitusta varten.

Louhinnan piti ensi vaiheessa käsittää kolme ylintä tasoa alkaen ensimmäiseltä tasolta. Louhiot (stopes) tulisivat poikkilouhioiksi normaalileveyden ollessa yhdeksän metriä. Välille jäi 7,2 m pilarit. Malmin asenne salli asettaa louhiot tarkalleen pohjoiseteläsuuntaan.

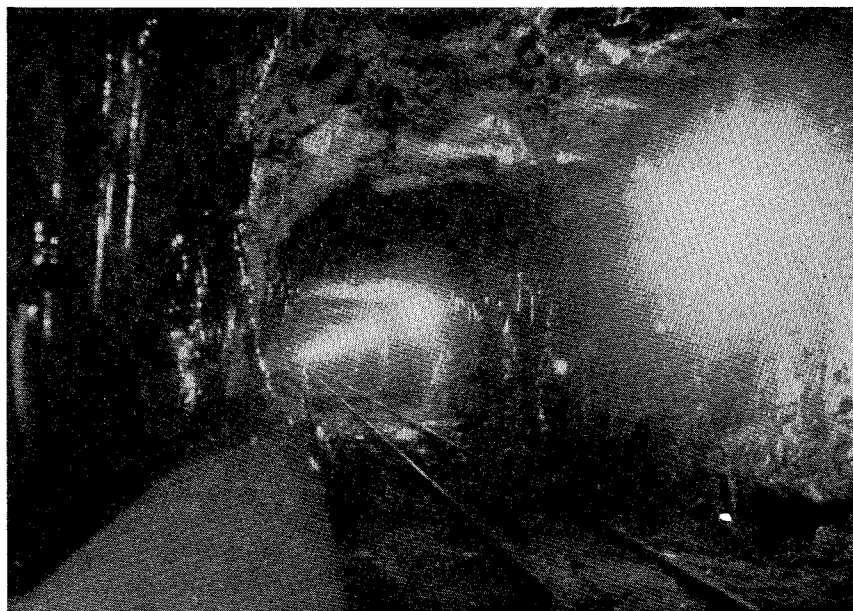
Täytekyksymyksen ratkaisemi-

seksi suoritettiin laskelmia, joissa vaihtoehtoina tutkittiin kuonan, soran ja louhitun kiven käyttämistä täyteenä sekä erilaisia jakelujärjestelmiä. Tulokset osoittivat edullisimmaksi soran käytön, jota oli saatavana n. 6 km päästä Suonijoelta, mistä sen kuljetus oli suunniteltu ilmarataa pitkin suoraan päätyteväylälle (main fill raise). Tämä oli ajateltu sijoitettavaksi malmin alustaan samaan leikkaukseen päämalmiväylän kanssa ja yhdistettäväksi eri tasoihin jatkamalla päämalmiväylien poikkiperiä. Ensi tason ja pinnan välillä oli tarkoituksena kuitenkin käyttää täyteenä moreenia.

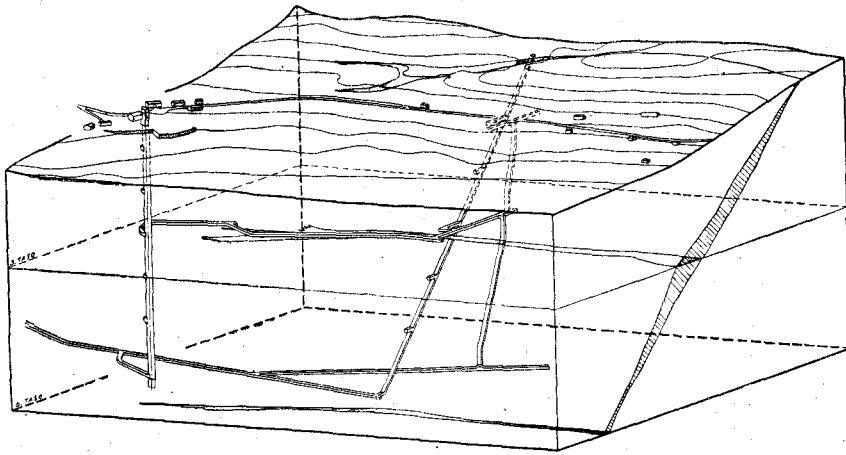
Malmin tarkkojen rajojen määrittämiseksi ja malmin kokoomuksen selvittämiseksi piti tasolla suorittaa yksityiskohtainen timanttiporaus. Malmin kokoomuksen tarkalle tuntemiselle pantiin suuri paino, koska sen sulattamisessa odotettiin vaikeuksia ja niiden helpottamiseksi kaivoksen tuli toimittaa tasaista tavaraa, ei vain Ni- ja Cu-pitoisuuteen, vaan myöskin sen silikaattiseen kokoomukseen nähden.

Sotaa edeltänyt toiminta.

Syksyllä 1936 aloitettiin tunneliajo, mutta silloin tehty alku



Kuva 7. Tunneli. Vasemmalla reunassa 10" paineilmaputki.



KUILUT JA MALMIVÄYLÄ

Kuva 8. Kaivoksen avaustyöt vuoden 1939 lopulla.

hylättiin ja uusi kohta valittiin hieman lännempää, missä maasto oli sopivampi tulevalle rakennustoiminnalle. Maanpoiston ja porttitalon rakentamisen jälkeen tunnelin ajo pääsi alkamaan 23. 9. 1937, ja saavutti tunneli kuilun kohdan 9. 1. 1939, ollen silloin 2,590 m pitkä.

Tunneli ajettiin 3 m leveäksi korkeuden ollessa 2,7 m. Lisäksi kuului siihen betonoitu vesioja 45×45 cm sekä yksi 30 cm keskilinjasta sivuun rakennettu raide. Porakoneina käytettiin koko ajan keveitä n.s. Jack hammereita, joita aluksi oli kaksi myöhemmin kolme yhtäaikaissa käytössä. Aivan alkutaipaleella suoritettiin lastaus käsin, sitten Eimco-Fiulay kone-lapiolla.

Etenemisnopeus työpäivää kohti oli 6,33 m, paras päivittäinen tulos oli 11,7 m.

Tunneli kulkee koko ajan poikittaisesti yleiseen geologiseen rakenteeseen nähden, eikä mitään tukirakenteita tarvittu. Alkupäässä kohdattu tunnelin suuntainen siirros häiritsi vain veden tulolaan. Edullisimmaksi ajonopeudelle osoittautui serpentiinikivi.

Kuilun ajo aloitettiin kesäkuussa 1938 ja valmistui se helmikuussa 1939. Se on sisämitaltaan 5,5 m sylinteri ja sen kokonaissyvyys on 209 m. Kuilu betonoitiin koko matkaltaan. Työn suoritti Fran-

cois Cementation Co. Lontoosta. Ajonopeus oli 0,43 m työvuoroa kohti. Etenemisnopeus, käsittäen betonoimisen ja asemien leikkauksen, oli vuoden 1938 aikana 0,93 m päivässä.

Vuoden 1939 aikana ajettiin vielä (kts. kuvaa 8) tunnelitasolle malmiväylien valtaperä sekä poikkiperä ensimmäistä päämalmiväylää varten. Valtaperän päästä ajettiin pinnalle huoltonousu. Se on noin 30 m etäisyydellä malmista ja sen mitat ovat $3 \times 2,2$ m. Myöskin päämalmiväylä ehdittiin ajaa 1-tasolle.

3-tason avaus edistyi niin pitkälle, että pysty- ja vinokuilua yhdistävä tutkimusperä valmistui ja timanttiporaus ehdittiin suorittaa. Tällä ja toisella tasolla saatiin myöskin yhteys päämalmiväylästä malmiin.

Toiminta talvisodan jälkeen.

Kun toiminnan piti jälleen v. 1940 alkaa, olivat olosuhteet suuresti muuttuneet. Kaivos ja mitä siihen kuului, oli kylläkin jäänyt jokseenkin koskemattomaksi, mutta hävitys Kolosjoen yhdyskunnassa teki voiman, asuntojen y.m. puutteessa itsensä tuntuva sieläkin. Sodan edellä kouluttu miehistö oli hajaantunut ja kaivoksen ulkolaiset asiantuntijat poistuneet maasta. Lisäksi asetettiin kaivokselle vaatimuksia tuotan-

toon nähden, jota normaalisti olisi pitänyt edeltää vielä vuoden intensiivinen ja häiriintymätön avaus-työ.

Vaatimusten tyydyttämiseksi oli jouduttava määrättyjä avaus-työitä ja päätettävä louhinnan yksityiskohdista, mitkä eivät ennen sotaa vielä olleet olleet aktuelleja ja joista sen takia ei mitään lopullista oltu valmisteltu Tämä suunnittelutyö jätettiin ruotsalaisen vuori-insinööri Gösta Frömanin käsiin.

Oluennaisesti pysyttiin kiinni amerikkalaisten suunnitelmissa. Ne muutokset, mitä ohjelmassa tehtiin, johtuivat lähinnä käytävissä olevasta aikataulusta. Välittömään tuotantoon pääsemiseksi oli 3-tason tutkimusperästä aloitettava louhoiden avaus samalla kun rinnakkaisia perä ajettaisiin siellä helpottamaan louhintaa, malmin käsittelyä ja kuljetusta.

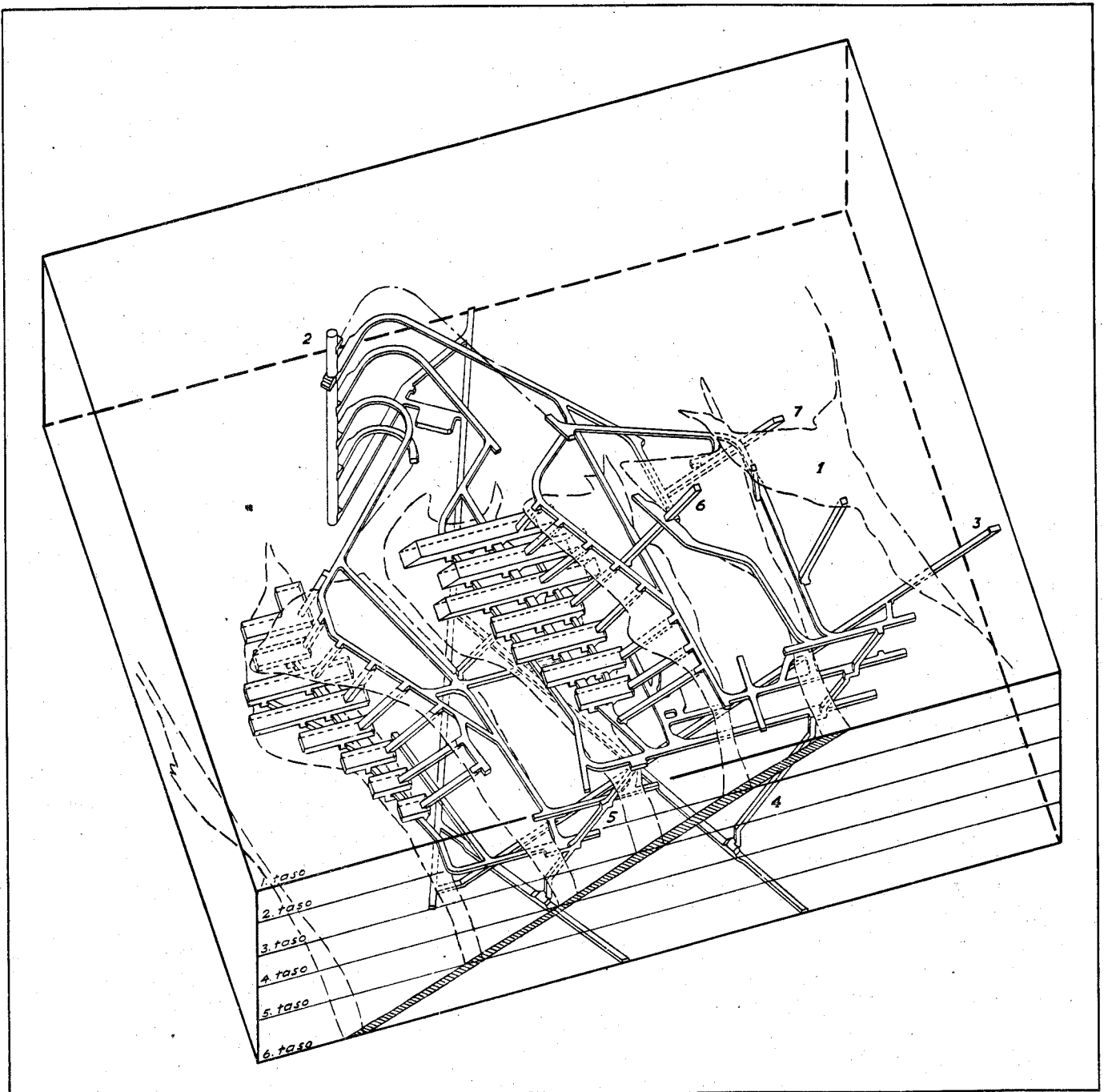
Tuotannon turvaamiseksi ja lisäämiseksi oli aloitettava avolouhintaa. Tämä ratkaisi myös täytteen saannin, sillä täytteenä sopi käyttää avauksista tulevan kiven lisäksi kiveä, jota jouduttaisiin joka tapauksessa louhimaan malmin päällystystä avolouhoksen yhteydessä.

Täytteen jakelua varten oli 2-tason kattopuolen perä saatava valmiiksi sekä siitä päättyväväylä pinnalle malmin päällystään. Tämän kautta saataisiin täyte jakotasolle ja edelleen käyttöpaikkoihin.

Sivukiven ja malmin yhtäaikaista käsittelyä varten piti toinen malmiväylä ajaa tunnelitasolta 3-tasolle.

Tasojako tai paremminkin niiden käyttö ehdotettiin muutettavaksi. Tuotantotasoiksi tulisivat 5-, 3- ja 1-taso ja niiden välillä olevat tasot jäisivät aluksi huoltotasoiksi. Tällä tavalla pienennettiin louhittavien tasopilarien lukua.

Tällä ohjelmalla aloitettiin työ, mutta siinä tuli taas osittainen pysähdys uuden sodan syttyessä 1941.



Kuva 9. Aksonometrinen kuvaus Kaulatunturin kaivoksesta: 1) puhkeama, 2) pystykuilu, 3) vinokuilu, 4) 1-päämalmiväylä, 5) 2-päämalmiväylä, 6) 1-päätyteväylä, ja 7) 2-päätyteväylä.

Toiminnan päättyessä syksyllä 1944 oli kaivos ja kaivostyö kehittynyt seuraavasti:

Avaus.

6-tasolle oli louhittu dynamiitti-varasto, pora- ja korjauspaja sekä toisen päämalmiväylän poikkiperä ja itse malmiväylä 3-tasolle.

5-tasolla olivat valmiina louhinta- ja kuljetusperät valmissa,

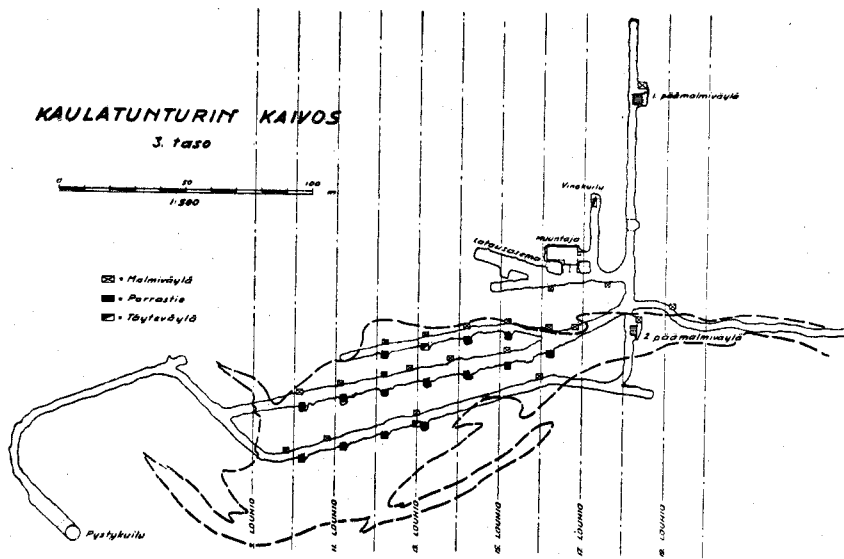
läntinen valtaperä ja pystykuilun yhdysperä aloitettuina ja kahdeksan louhiota täyteväylälineen avattuina.

4-tasolla olivat perät valmissa ja yhteys pystykuilulle ajettuina. Lisäksi oli täytteen saantia varten ajettu poikkiperä alustaan ja sieltä nousu päätyteväylän jatkeelle 3-tasolle.

3-tasolla oli olemassa yhteys kuilujen välillä ja perät valmissa

olivat valmiita. Itämalmiin oli aloitettu tutkimusperän ajo. Avattuina täyteväylälineen oli tällä tasolla kahdeksan louhiota. Lisäksi olivat muuntaja-asema ja akkuveturien latausasema melkein valmiita.

2-tasolla olivat perät valmissa ajettuja ja osittain myös alustan läntinen valtaperä, josta oli ajettu toinen päätyteväylä pinnalle väliasemineen 1-tasolle. Yhteys pystykuilulle oli myöskin olemassa.



Kuva 10. Vahva katkoviiva osoittaa malmin rajat.

1-päätäyteväylä oli saavuttanut pinnan.

1-tasolla oli alustan valtaperä valmis ja kattoa seuraava täyteväyläperä samoin kuin yhdysperä pystykuilulle pitkälle ehtineitä. Valtaperästä oli ajettu kaksi nousua malmin puhkeamaan.

Vinokuilun nostokonehuone oli rakennettu, koneet ja hissi asennetut ja käytössä.

Pystykuilun rakennukset olivat myös valmiita. Nostokone, teräsrakenteet ja hissit olivat käyttökunnossa.

Tämä kehitys selviää pääpiirteissään avaruusmallista (kuva 9), vaikkakaan se ei sisällä kaikkia tässä lueteltuja avaustöitä.

Perät ajettiin $2,4 \times 3,0$ m tai $2,4 \times 2,5$ m mitoin kaltevuuden ollessa tavallisesti $0,4\%$. Päätäyteväylien mitat ovat $2,2 \times 3,0$ m ja kaltevuus 55° – 60° . Muiden täyteväylien mitat olivat kehikolla ajettaessa, jolla ajettiin 45° – 55° kaltevat nousut, $2,2 \times 3,0$ m ja ilman kehikkoa (kaltevuus 42° – 45°) $2,2 \times 2,5$ m. Täyteväylät aloitettiin tavallisesti läheltä jalkaa louhion keskiviivalta ja ohjattiin lähinnä kattoa olevaan perään ylempällä tasolla. Kapeammissa kohdin ei kaltevuus tahtonut riittää ja täyteen juoksua oli koettava parantaa laudoittamalla ja levyttämällä pohja. Muutamin

paikoin breksiamalmissa täytyi perissä käyttää tukirakenteita. Kehikko täyteväyliin ja porrasteihin tehtiin standardimittaisesta, kahden puolen sahatusta parrusta. Louhioiden malmiväylien laudoituksessa käytettiin $6''$ sisäpuolista ja $2''$ ulkopuolista laudoitusta. Sivulaudoitus oli $7/8''$. Tukirakenteiden päätuet olivat $10'' \times 10''$ tai $9'' \times 9''$. Tuutit (chutes), lukuun-

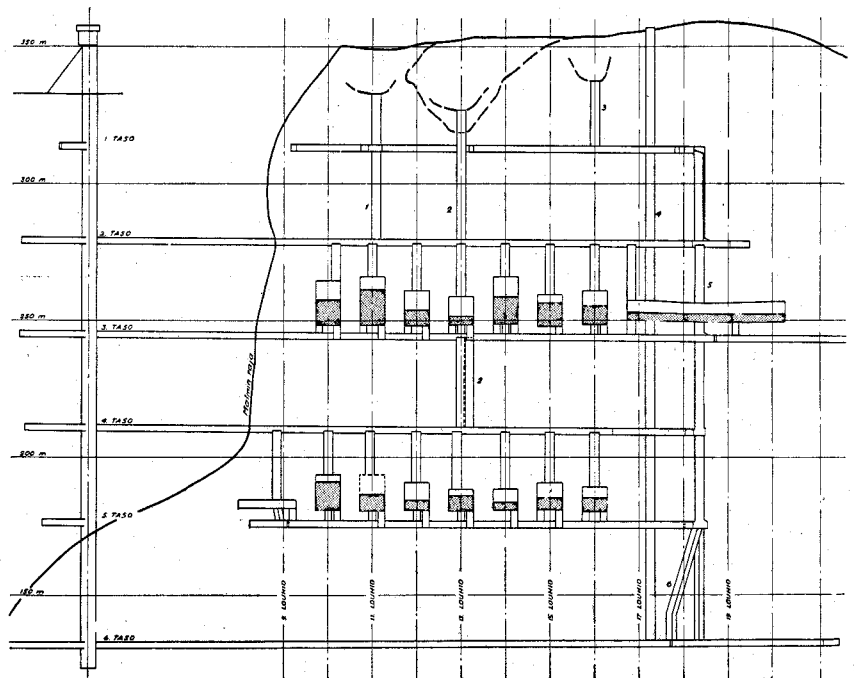
ottamatta betonirakenteisia päämalmiväylien tuutteja, olivat miesvoimin hoidettavia.

Malmiväylien ja rapputeiden sijoituksessa oli vaihtelua (kts. kuvaa 10). Yleensä ne pidettiin erillisinä ja sijoitettiin pilarin viereen joko samalle seinälle, mutta lähtien eri puolelta perää, tai eri seinille samalta puolen perää lähtien. Alustassa olevasta valtaperästä ei yleensä tuutteja eikä malmiväyliä vielä ajettu ja tarkoituksikin oli yrittää tulla toimeen ilman niitä, mikäli mahdollista.

Louhinta.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan tuli louhinnan rajoitettua 3-tasolle ja avolouhokseen, mutta kasvavat määrä- ja laatuvaatimukset pakottivat avaamaan louhiot myöskin 5-tasolla. Tarkoituksena oli täällä louhia oikeastaan vain pohjalevyt, mutta jouduttiin louhintaa jatkamaan edelleen. Pitkittäinen pystyprojektiio (kuva 11) antaa käsityksen louhinnan laajuudesta toiminnan loppuvaiheessa.

Louhintaa varten maan alla oli malmi jaettu louhintatiloihin (lou-



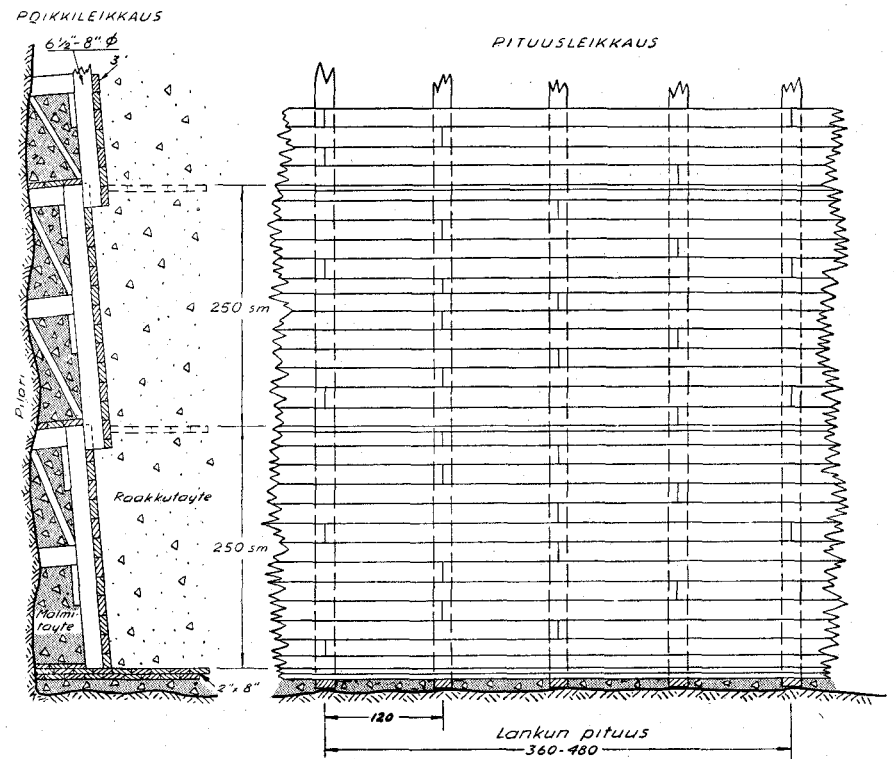
Kuva 11. Pitkittäinen pystyprojektiio Kaulatunturin kaivoksen työtiloista. 1) 2-päätäyteväylä, 2) 1-päätäyteväylä ja takana pinnan ja 1-tason välillä avolouhoksen 1-malmiväylä, 3) avolouhoksen 2-malmiväylä, 4) vinokuilu, 5) 1- ja 2-päämalmiväylä ja 6) 3-päämalmiväylä.

hioihin) ja pilareihin, jotka sijoitettiin malmin poikkisuuntaan (kts. kuvaa 6). Louhinta eteni alhaalta ylöspäin. Siinä voidaan erottaa seuraavat vaiheet: 1. vaakasuoran levyn louhinta ja irtiammutun malmin raappaus, 2. louhion rakennustyöt, 3. täyteen lasku, levitys ja tasoitus sekä 4. välilattian (raappausalustan) rakentaminen. Tämän jälkeen alkoi kierros uudelleen.

Yksityiskohdissaan tämä kävi seuraavasti: Perästä ajettiin kaksi nousua viiden metrin korkeuteen kiskoista rapputiekseksi ja malmiväyläksi. Nämä yhdistettiin laajentamalla niitä ylhäällä, jonka jälkeen tuutin ja säleikön teko voitiin suorittaa. Louhintatila laajennettiin louhion täyteen leveyteen ja etenemistä jatkettiin louhion pituus suunnassa kunnes jalka ja katto saavutettiin. Pohjalevy, jonka paksuus oli 5 m, otettiin joko heti täyteen korkeutensa tai louhittiin

siitä vain puolet ensi vaiheessa. Jälkimmäisessä tapauksessa ajettiin täytenousu ylemmälle tasolle ennenkuin levyn toinen puolisko ammuttiin alas. Tämä järjestely helpotti nousun ajoa. Malmin raappaus kävi yleensä rinnan louhinnan kanssa. Kun pohjalevy oli poissa, tasoitettiin pohja ja rakennettiin sille kaksinkertainen lattia 2" lankuista (kts. kuvaa 12). Pilareita vastaan rakennettiin seinät, joissa pystytuet olivat 1,2 m etäisyydellä toisistaan. Tuet olivat 6½"—8" hirsistä ja seinä aluksi 2½" ja myöhemmin 3" lankuista. Seinän korkeuden määräsi seuraavaa levyä varten jätettävä työtila. Tämän työtilan korkeutena pyrittiin pitämään 2 m. Samanaikaisesti rakennettiin myös porrasteiden ja malmiväylien kehikot seinän korkeudelle.

Tämän jälkeen alkoi täyttämisen. Kaadettu ja täyteväylän alle kasaantuva täyte levitettiin raappalla, paitsi viimeistä tasoitusta seinäpinnan tasoon, joka suoritettiin lapioimalla. Erikoista huolta ei pantu siihen, että täyte olisi tiiviisti täyttänyt joka kolon kat-



Kuva 12. Louhion seinä- ja lattiarakenteet.

toa vastaan. Päinvastoin eräissä tapauksissa, missä louhio yhtäkkiä lyheni, kauemmaksi katon alle jäävä osa jätettiin täyttämättä. Seinän ja pilarin väliin jäävä tila täytettiin malmilla.

Tasotetulle täytteelle rakennettiin välilattia 2½" tai 3" lankuista raappausalustaksi sekä tehtiin säleikköväli näissä kuten yleensä oli 35 cm.

Tähän päättyikin sitten ensimmäinen kierros ja työvaiheet toistuiivat yhä uudelleen edellälueellussa järjestyksessä. Eroituksena oli se, että normaalilevyissä levyn paksuus oli vain 2,5 m. Välilattia, joka rakennettiin täyteen päälle, purettiin malmin raappauksen loputtua ja käytettiin pilariseinän rakentamiseen. Lankkuhäviö ammunnan ja raappauksen jäljeltä arvioitiin 10 %:ksi. Kokeilunluontoisesti käytettiin raappausalustana myös manganiteräslevyjä, mutta puualusta katsottiin loppujen lopuksi edullisemmaksi.

Pohjoispää pyrittiin louhimaan ensiksi. Kun se oli valmis, voitiin puutavaraa laskea täyteväylää myöten huoltotasolta ja aloittaa

rakennustyö, vieläpä joskus täyttämisenkin samanaikaisesti kuin poraus eteläpäässä oli vielä käynnissä. Laatuvaatimukset, raakusulkeumat j.n.e. määräisivät kyllä useasti toisen järjestyksen.

Louhinnan normaalisti edetessä sijoitettiin porareiat vaakasuoraan vaakasuoriin riveihin n. metrin välimatkoin. Reikärivien etäisyys oli n. 70 cm, ja sijoitettiin joka toinen rivi kohdakkain. Viime aikoina oli käytössä Bolidenista otettu menetelmä, jossa poraus suoritettiin altakäsin ylös etuviistoon, etenemisen tapahtuessa porarin asentoon nähden taaksepäin. Tästä oli se etu, että ammuttu malmi ei pakkaantunut niin lujaan, helpottaen raappausta ja säästäten lankutusta.

Kahdessa tapauksessa poikettiin normaalilouhioiden mitoista. 3-tason kapeassa malmassa avattiin pitkittäinen louhio, joka oli n. 60 m mittainen, ja 5-tason länsikärki yritettiin ottaa kokonaan 9-louhion yhteydessä. Edellisessä tapauksessa kestivät malmi ja katto hyvin, mutta jälkimmäisessä piti palata normaalikokoon. Länsikär-

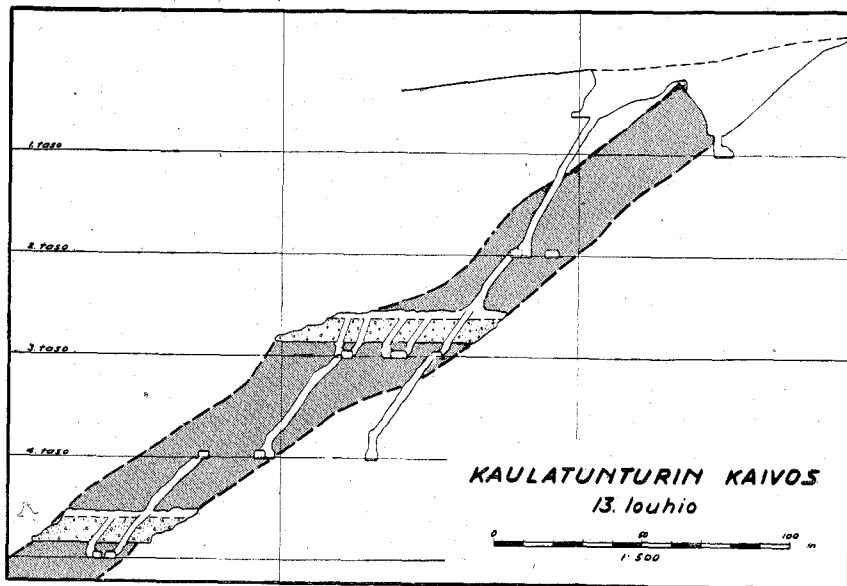
ki osoittautui luultua pidemmäksi ja muodosti siitä suurimman osan ikävätäpainen läski- ja breksi-malmi. Yleensä kivi kesti hyvin, mutta siellä täällä oli silmillä pidettäviä hieraumuksia, ja juuri breksiassa oli avoimia, jauheisia siirroksia, joita myöten se pyrki ryöstäytymään ammuttaessa.

Avolouhoksessa ammuttiin malmi alkuvaiheessaan suoraan malmi-väyliin ja sitä tietä säleikön läpi 1-tasolle, josta se kuljetettiin edelleen päämalmiväylään. Louhoksen laajetessa jouduttiin pian kuitenkin raappaukseen. Itäosassa louhosta, missä malmi oli kapea ja sisälsi runsaasti suuria juonikivisulkeumia, oli louhittava vuorotellen malmiä ja raakua. Länsiväylä, joka oli malmipaksunnoksessa, oli päätuottaja, mutta sieläkin teki suurta haittaa korkeaksi pyrkivä, päällystän puoleinen seinä. Sen louhintaa vaikeutti taas täyteen oton estyminen.

Täytekyseisyys.

Täytettä saatiin paitsi avaus-töistä malmin päällystässä olevasta avolouhoksesta. Täältä louhitun serpentiinikiven sekaan pantiin myös malmin päältä raapattu moreeni. Tuotannon vaatimukset ja odotettua suuremmat ilmastolliset vaikeudet aiheuttivat, että täyteestä tuli kaivoksen Akilleen kantapää. Jäätymiset päätäyteväylässä tekivät sen, että talvella 1944, jolloin täytettä todella alettiin tarvita, sen saannissa tuli melkein täydellinen seisaus. Varsinkin moreeni osoittautui tällöin varsin ikäväksi tekijäksi.

Täytelouhoksesta raapattiin täyte säleikön läpi päätäyteväylään, joka vei täyteen 2-tasolle jaettavaksi 3-tason louhioihin. Alkuperäinen suunnitelma ei vielä tässä aiheessa ollut edellyttänyt louhintaa 5-tasolla eikä valmistavia töitä täyteen saamiseksi sinne oltu siten ajoissa suoritettu. Alustavasti pyrittiin ratkaisuun ajamalla 4.13-louhion täyteväylää 3.13-louhion eteläpään (kts. ku-



Kuva 13. Poikkileikkaus 13-louhion keskiviivaa myöten.

vaa 13). Jälkimmäisen louhion pohjoispään saatiin täyte suoraan pinnalta. Koko 5-tason täyteen raappaaminen 3.13-louhion läpi osoittautui kuitenkin ylivoimaiseksi ja siksi piti rakentaa uusi täytenousu 4-tason alustasta suoraan päätäyteväylän jatkeelle. Tämä järjestely toimikin tyydyttävästi, kun lisäksi pystykuilun kautta jo voitiin kuljettaa täytettä alas. Ratkaisua on kuitenkin pidettävä hätätoimenpiteenä, sillä 3.13-louhion läpi kulkeva täyte haittaa k.o. louhion normaalia käyttöä ja päinvastoin 3.13:ssa louhittaessa täyteen saanti alaspäin seisahtuu. Lisäksi louhinnan edetessä yhä pitempi osa täyteväylää jää puurakenteiden varaan täyteen sisään, mikä ei suinkaan lisää sen käyttövarmuutta.

Täyteen saannin varmistamiseksi luovuttiin ensinnäkin moreenin käytöstä talvisin ja ajettiin toinen päätäyteväylä malmista länteen (kts. kuvaa 9). Sen lisäksi oli 3-tason louhioiden täytenousujen ajo pinnalle asti aloitettu. Täten katsottiin saatavan riittävät takeet täyteen saamiseksi. Malmin loputtua avolouhoksesta oli ajatuksena siirtyä amerikkalaisten alkuperäiseen suunnitelmaan, nim. ruveta käyttämään täyteenä soraa.

Täytevaikeudet aiheuttivat myös sen, että useimmissa louhioissa täytyi jättää yksi täyttämistä välille ja ottaa heti toinen levy tai louhia suoraan kaksinkertainen paksuus. Tämä aiheutti porauksessa paljon lisätöitä sillä korkean rinnan takia oli porareille rakennettava telineet.

Tutkimus.

Jokaisella tasolla suoritettiin timanttiporaus. Porareitit sijoitettiin vaakasuoraan louhioiden keskiviivalle, joten reikäväliksi tuli n. 16 m. Lisäporauksia jouduttiin vielä suorittamaan louhioista käsin. Poraustuloksista tarkistettiin malmin ja malmityyppien rajat sekä selvitettiin malmin määrä ja kokoomus eri osissa kaivosta.

Geologia kaikissa avatuissa työtiloissa kartoitettiin mittakaavaan 1:500. Geologien tehtävänä oli sitäpaitsi louhinnan ohjaus ja louhintarajojen määrääminen siellä, missä selviä malmirajoja ei ollut tai malmi oli vaikeasti tunnettavissa.

Tutkimukset malmin seuraamiseksi syvyys-suuntaan jäivät suunnitteluasteelle.

Poraus- ja kartoitustulosten perusteella laadittiin kaksi karttasarjaa mittakaavaan 1:500. Toi-

nen sarja käsitti kaikki tasokartat ja vaakasuorat leikkaukset jokaisen täyttämisen jälkeen Toisessa sarjassa olivat louhoksen keskivivojen kautta kulkevat poikkileikkaukset. Alkuperäiset kartat täydennettiin kuukausittain, työkarttina käytettyihin jäljennöksiin siirrettiin havainnot välittömästi.

Vleiskuvausta varten oli lisäksi olemassa taso- ja poikkileikkaukset mittakaavaan 1:1000.

Malmivarojen seuraamiseksi laadittiin kortisto, jossa jokaiselle louhiolle ja suuremmalle yksikölle, tasovälille j.n.e. oli oma korttinsa. Näissä oli ilmaistuna malmimäärät ja Ni-Cu-pitoisuudet ja osittain jo myös silikaattisen osan kokoomus.

Kuljetus ja kalusto.

Tasoilla käytetty vaunutyyppi oli 0,75 m³ vetoinen, sivulle kaadettava Hudson-vaunu. Veturit olivat 10—15 hv Humboldt-Deutzin dieselvetureita. Loppuvaiheessa olivat jo osittaisessa käytössä akkuveturit, jotka olivat H. Bartzin valmistetta. Akut olivat ruotsalaisia Nife-paristoja. Nämä osoittautuivat käyttöaikanaan erinomaisiksi, vaikka hankaluutena oli vielä lataus, joka täytyi suorittaa Kolosjoella. Latausasema 3-tasolla oli kuitenkin valmistumaisillaan.

Malmi syöstiin tasoilta malmiväyliin, joista se tunnelitasolla kuormattiin joko Hudson-vaunuihin tai suurempiin 5 tonnin vetoisiin vaunuihin. Tämä oli tietääkseni Frootissa käytetty tyyppi, joka kaadettiin kaatolaitteessa vaunujen ollessa kytkettyinä. Sen seinässä oli laidoitus ulko- ja sisäpellin välillä ja muoto oli laatikkomainen, korkea, pyörästetyin pohjanurkin. Miehistön kuljetus tapahtui omatekoisissa umpivaunuissa, joihin mahtui n. 20 henkeä. Tunnelikuljetus oli suunniteltu sähköistettäväksi, mutta vetureita ei oltu vielä saatu ja käytössä olivat 40—45 hv Deutz-dieselit.

Tasojen välisestä liikenteestä

huolehtivat vino- ja pystykuilu. Vinokuilun osalle tuli siitä suurin osa syystä, että siihen oli yhteys joka tasolta, ja myöskin sentakia, että siihen saatiin aikaisemmin nostolaitteet. Nostokoneistona oli sähkökäyttöinen 50 hv Morgårdshammarmalli. Pystykuilussa olivat nostolaitteet samaa merkkiä, mutta Karhula Oy:n valmistetta. Käyttömoottorina oli 150 kv sähkömoottori. Sekä nostotorni että kuilun sisä rakenteet olivat teräksestä, hisseinä oli kaksi toistensa vastapainoina toimivaa umpinaista hissikoria. Nämä liukuivat kumpikin kahta samalla puolella olevaa kiskoa pitkin. Pystykuilua käytettiin etupäässä raskaampaan huoltoon, täytteen kuljetukseen ja henkilöliikenteeseen.

Porakoneet olivat suurimmaksi osaksi eri tyyppisiä Atlas-valmisteita, mutta jäljellä oli vielä myöskin Ingersoll-Randin ja Chicago Pneumatic Tools'in koneita.

Raappojen enemmistön muodostivat Asean sähkökäyttöiset 25 hv raapat. Sala Maskinfabrikin 3-rumpuisia raappoja oli käytössä jo kaksi ja oltiin niihin tyytyväisiä. Yksi 40 hv Asean raappa ja muutamia vanhempia, suuria raappoja oli käytössä avolouhoksella. Lisäksi jouduttiin käyttämään raappoina ilmakäyttöisiä nostureita, joita oli hankittu louhioiden ja nousujen puutavara- ja teräshuoltoa varten. Näistä oli 10 kpl. Düsterloh-merkkistä 10,5 hv saksalaista konetta. Useilla eri kauhatyypeillä kokeiltiin. Tavalinen oli Holcomb-malli, josta oli lisäksi konstruoitu oma malli. Tämä oli kaksipuolinen ja kokonaan hitsattu kauha. Eri mallien sopivaisuudesta ei ollut vielä tarpeellista kokemusta. Vaikeuksina olivat eritoten väkipyörät, joista vahvoja malleja ei saatu riittävästi.

Konelapioita oli jo ennen talvisotaa käytössä kaksi kappaletta, molemmat Eimco-Finlay-merkkiä (Malli 20). Myöhemmin hankittiin neljä Atlas-merkkistä lisää (LM 46, 47 ja 49).

Voima, vesitalous, tuuletus ja valaistus.

Voimasta tulee tässä esitelmä-sarjassa laajemmaltikin puhetta, joten tässä yhteydessä mainittakoon vain, että paineilma kaivokseen saatiin Kolosjoelta. Pääsyötöjohto oli 10" putki, joka kulki tunnelissa ja edelleen vinokuilua pitkin aina 1-tasolle saakka. Tasojen ilmajohdot olivat 4" ja louhioihin vievät 2" putkea, joissa kaikissa oli Victaulic-liittimet. Paine kompressorilla oli 7 kg, työpaikkapaine osoitti jonkin verran häviötä. Pääkuluttajina olivat ilmakäyttöiset koneet, mutta ajoittain jouduttiin käyttämään paineilmaa tuuletukseen, varsinkin dieselveturien valtakaudella. Sähkövoima tuli kaivokseen pinnalta huoltouusua pitkin 3-tasolle, missä oli muuntaja-asema. Kullekin tasolle oli suunniteltu oma jakeluasemansa.

Vedenpoisto ei tuottanut huolta mutta kevättälvella ilmeni porausveden niukkuutta vesisäiliönä toimivan lammikon alkaessa ehtyä. Alkuvaiheessa voitiin ylemmillä tasoilla esiintyvää vedenrunsautta käyttää suoraan poraukseen, mutta sitä mukaa kuin alempia tasoja avattiin, ylemmät kuivuivat. Vedenpuuteaikoina pumpattiin vettä viidenneltä tasolta ylös porausvedeksi.

Päätuuletusteina toimivat tunneli ja kuilut. Tunnelissa oli kolme tuuletusovea, mutta suunniteltua, laajempaa tuuletusjärjestelmää ei ehditty toteuttaa. Talvisin, jolloin ilma virtasi tunnelista sisään, ja kesäisin, jolloin se virtasi ulos, oli tuuletus tyydyttävä. Syksyisin ja keväisin pyrki ilmavirtaus sensijaan jäämään heikoksi.

Pääkulukuväylien ja tasojen valaistukseen käytettiin normaalia sisävalaistusta. Louhioissa käytettiin valoheittimiä. Miehillä oli alkuvaiheessa karbidilamput, joita käytettiin osittain myöhemminkin rinnan sähkölamppujen kanssa. Nämä olivat ruotsalaista Nife-valmistetta.

Huolto.

Käytetty louhintamenetelmä kullutti huomattavasti puutavaraa. Välillä 1. 1. 43—31. 8. 44 oli kaivoksen kokonaiskulutus 1120 standardtia. Suurimmaksi osaksi saatiin se omalta sahalta.

Räjähdyksineinä käytettiin dynamiittia ja triniittia. Edellisen kulutus oli n. 60 % koko kulu- tuksesta. Kokonaiskulutus ottaen huomioon kaikki työmuodot oli 0,4 kg/ton. kohti.

Kone- ja porateräshuolto oli yhtiön konepajalla Kolosjoella. Pie- nempää paikalla suoritettavia kor- jauksia varten oli kaivoksella oma korjausryhmänsä. Kaivokseen si- joitettu uusi korjaus- ja porapaja valmistui niin myöhään, että työt ehdittiin siellä juuri aloittaa.

Kaivosorganisatio, työvoima j.n.e.

Peruna amerikkalaisilta jäi Kau- latunturin kaivokseen heidän osat- tottainen tehtäväjakonsa. Kaivok- seen kuului kolme osastoa, nimit- täin toimiva, suunnitteleva ja geo- loginen osasto. Nämä olivat ame- rikkalaisessa vaiheessa kaivossupe- ritendentin alaisia, joka samalla oli toimivan osaston johtaja. Talvi- sodan jälkeen ne tulivat suoraan teknillisen johtajan alaisiksi, mutta yhdistettiin jälleen yhteiseen joh- toon ennen loppuvaihetta.

Toimiva osasto vastasi kaikesta työnjohdosta ja -suorituksesta, tur- vallisuudesta j.n.e. Suunnitteleva osasto laati avaustöiden ja louhin- nan ohjelman, rakennuspiirustuk- set ja kaivostilaston. Sille kuului myös kaivosmittaus ja karttojen sekä arkiston pito. Geologisen osas- ton tehtävänä oli geologinen kar- toitus, louhintarajojen määräämi- nen ja malmirajojen ja -laadun selvittely sekä geologisten kartto- jen laatiminen ja täydentäminen.

Kaivoksen työvahvuus oli viime aikoina n. parisataa suomalaista. Työskentely tapahtui kolmessa vuorossa. Palkkauksen pohjana oli tuntipalkka, mutta sen lisäksi maksettiin n.s. bonus, jonka suu- ruus riippui työsuorituksesta. Ava- ustöissä oli bonuksen perustana perä- ja nousumetrin, jolloin ni- den ylitettyä määrätyn minimi- määrän, maksettiin sovittu lisä- maksu metriltä. Muissa töissä bo- nus oli sidottu päivittäiseen tuo- tantoon. Jälkimmäisessä muodosa ei järjestelmä vastannut tarkoi- tustaan, ja yhä enemmän pyrittiin urakkatöihin. Kaikki rakennus- työt olivatkin jo urakalla, ja mak- settiin niissä seinärakenteista m² mukaan, tuutti- ja väylärakennuk- sista kappalehinnan mukaan. Lou- hintaurakat oli myös saatu alulle. Urakan muodosti aina yhden levyn louhinta ja urakkaryhmään kuu- lui kaksi miestä vuorosta. Urakka- ryhmän tuli louhia levy ja raapata se alas. Tonnimaksu vaihteli raap- pausetäisyyden ja raapan mukaan.

Lukuunottamatta yleisiä turval- lisuusmääräyksiä oli kaivoksella omat sääntönsä. Näiden määräyk- sien valvontaa ja neuvontaa var- ten pidettiin työnjohtajille määrä- aikaisia n.s. turvallisuuskokouksia. Vakavampien onnettomuuksien lu- ku pysyikin varsin pienenä. Kai- vostupana toimi suurimman osan aikaa tunnelin suulle rakennettu parakki. Käyttöön ehdittiin kui- tenkin jo ottaa uusi, upea kaivos- tupu, missä oli runsaat pesu- ja suihkumahdollisuudet sekä huone valohoitoa varten. Vaatesäiliöt oli- vat kaksiosaisia. Rautalankaver- kosta tehdyssä, alla olevaan kui- vaushuoneeseen ulottuvassa osassa kuivuiivat kaivosvaatteet, kun taas ylempi peltinen kaappi oli tarkoi- tettu pitovaatteille.

Päivittäin saivat miehet kaivok-

seen lämminruoka-annoksen. Kun- nollisia ruokailupaikkoja ei ollut, sillä suunniteltua ruokasalia kai- vokseen ei ehditty rakentaa.

Tuotannosta ja tehosta.

Yuoden 1943 puoliväliin saakka kaivoksen tuotannon tuli tyydyt- tää yhden uunin malmintarve sekä vaihteleva vientimalmin kysyntä. Määrävaatimukset eivät olleet suu- ret, mutta laatuvaatimukset olivat korkeat niin hyvin vientiin kuin myöskin sulattoon nähden. Ensim- mäisen uunin sisäänajoon ja kokei- luun käytettiin erilaisia malmilaa- tuja, joiden erillinen louhiminen ja kuljetus teki vaikeuksia. Heikom- mat laadut joko jätettiin louhi- matta tai varastoitiin.

Kesällä 1943 päästiin tasaisem- paan louhintaan. Tällöinkin vielä köyhempi laatu kuljetettiin eri- lisenä varastoihin. Vasta talven tullen päästiin siihen, että kaikki kysyntä tyydytettiin samalla laa- dulla.

Näiden viimeisten 13 kuukauden aikana oli avolouhoksen osuus tuo- tannosta 25 %, 3- ja 5-tason jok- seenkin samannumeroinen osuus teki 70 % ja avaustöistä saatiin loput 5 %. Samana aikana oli teho 2,3 ton/mv eli 690 tonnia vuotta ja miestä kohti. Työvu- oroista oli 58 % suomalaisia, loput muita. Avaustöiden osuus oli n. 5 m 1,000 malmitonnia kohti.

Perien ajoissa teho oli keskimää- rin 0,21 perämetriä/mv, rakenta- mattomissa nousuissa 0,4 ja raken- netuissa 0,13 m/mv.

Saavutettu louhintateho on vaa- timaton. Täytekyösymyksen jär- jestyminen ja urakkatyöhön siir- tyminen olisi kuitenkin pian alka- nut siihen vaikuttaa, vaikka vie- raaseen työvoimaan olisi edelleen- kin ollut turvauduttava samassa määrin kuin oli tapahtunut.

Petsamon Nikkeli OY:s gruvindustriella byggnadsverksamhet.

Dipl. ing. K. HANSON

Inledning.

The International Nickel Co. of Canada Ltd. (i det följande kallad Inco), som genom sitt engelska dotterbolag The Mond Nickel Co, Ltd. år 1934 genom ett med finska staten uppgjort koncessionsfördrag erhållit rättighet att utnyttja de i Petsamo något tidigare konstaterade förekomsterna av nickel och koppar, hade på grund av år 1935 och 1936 utförda, positiva diamantborrningar lokaliserat ca. 5 milj. ton högvärdig NiCu-malm i Kaulatunturi fjället. Ett beslut om igångsättandet av gruvdrift i Petsamo fattades år 1936, och härigenom ställdes Petsamon Nikkeli O/Y, som bildats för ovannämnda företags verksamhet i Finland, inför en avsevärd utvidgning av sina tidigare uppgifter, vilka än så länge hade begränsats till en effektiviserad prospekteringsverksamhet på koncessionsområdet. Liksom de flesta malmförekomster befann sig även den på Kaulatunturi konstaterade i en öde bygd, varför den beslutna gruvdriften redan från begynnelsen måste förknippas vid en mångsidig byggnadsverksamhet, omfattande förutom nödiga verks- och transportanläggningar även alla anordningar för ett modernt samhälle i det 320 km norr om polcirkeln belägna till stora delar trädlösa landskapet.

Utbyggnadsplanering.

De första planerna för Kaulatunturi-malmens kommersiella tillgodogörande byggde på export av malmen som sådan över Liinahamari hamn. Produktionskapa-

citeten för gruvan och ett därtill anslutet krossverk planerades till 500 ton/dag. Man önskade hålla arbetsstyrkan på platsen möjligast liten för att undvika kostnader för dess bostäder och underhåll. På sensommaren och hösten 1936 igångsattes en instrumental terrängundersökning för en malmbana till Liinahamari, och en specialfirma i facket gavs i uppdrag att undersöka och uppgöra förslag till en malmlastningskaj därstädes. Samtidigt ägnades planeringen av gruvan och samhället den största omsorg. Då malmens läge är sådant, att de nödvändiga schaktanläggningarna måste förläggas + 340 m över havsytan på kalfjället kunde en utbyggnad av övriga verksanläggningar och samhälle i anslutning härtill knappast komma ifråga. Ett principbeslut om malmens horisontella utfraktning genom en tunnel på lägre nivå var av avgörande betydelse för såväl gruvans som samhällets utbyggnadsmöjligheter. Tunnelns läge i höjd och plan bestämdes på basen av föreliggande uppgifter om malmens sträckning och mäktighet, så att största möjliga malmkvantitet kom att ligga över tunnelnivån i förhållande till tunnelns längd. Samtidigt fordrades att densamma utmynnade i en för verksanläggningarna lämpad terräng. För att fylla dessa fordringar kom tunneln, vars drivning påbörjades våren 1937, att få en längd av 2,600 m och utmynna på nivå + 121 m på Kaulatunturis NW-sluttning Tyngdpunkten av bostadsområdet och den i dagen försiggående verksamheten kunde därför förläggas

till denna nivå, vilket på den nordliga breddgraden kom att vara av stor betydelse för anläggningarnas funktionsmöjligheter. Senare vunnit erfarenhet bekräftade även att denna åtgärd förskaffade det nya gruvsamhället ett effektivt skydd mot de svåraste snöstormarna och ett flere grader varmare klimat än vad fallet varit, ifall detsamma hade förlagts invid schaktanläggningen på fjället.

Utsikterna att nödgas bygga en 60 km lång malmbana till Liinahamari tilltalade emellertid icke ledningen för Inco, och jämförande räntabilitetskalkyler visade även att tämligen stora kapitalutlägg i Petsamo voro berättigade, om därigenom transportkvantiteterna kunde minskas. Möjligheterna att anrika och smälta malmen antingen i gruvans närhet eller vid ishavskusten undersöktes. Vid disponeringen av markytan framför tunnelmynningen reserverades plats även för anrikningsverk och smältverk. Ett provparti om 500 ton malm bröts på Kaulatunturi i ett dagbrott och skeppades över Liinahamari till England och Canada för ingående flotations- och smältförsök, vilka utfördes på Incos försorg under vintern 1937. Dessa gävo emellertid negativt resultat betr. malmens flotationsmöjligheter, beroende närmast på dess finkornighet som fordrade en alltför långt gående finmalning innan malmineralerna kunde separeras från gångarterna, och planerna på en flotationsanrikning av Kaulatunturi-malmen måste därför skrinläggas. En direkt smältning av malmen visade sig dock vara tek-

niskt och ekonomiskt genomförbar på grund av dess höga metallhalt (Ni + Cu = 3 — 7 %). Man hade varmest tvänne metoder att välja på för malmens medsmältning i Kolosjoki. Den första var att med hjälp av importerad koks och kalksten nedsmälta malmen i en schaktningsanläggning, den andra att anlägga ett el. smältverk och utbygga en del av Patsjoki älvs vattenkraft. Anläggningarna för malmsmältningen skulle få samma kapacitet som gruvan eller 500 ton malm per dag. Transportmängderna skulle genom nedsmältningen reduceras från 500 till 30—35 ton per dag. Denna kvantitet kunde bekvämt hanteras med bilar, varför den dyrbara järnvägen till Liinahamari kunde strykas ur byggnadsprogrammet. Till Incos villighet att jämte gruvan anlägga ett smältverk i Kolosjoki hade även bidragit den gynnsamma erfarenhet man fått av klimatet i Petsamo under vintern 1937, då Petsamon Nikkeli O/Y första gången, om även i reducerad skala, bedrev arbeten därstädes året om.

På våren 1937 började planerna för gruvan och samhället att realiseras. Under sommaren besökte flere av Incos ledande män Petsamo, varvid även den ännu oklara smältverksplaneringen närmare undersöktes. Härvid uppmärksammades givetvis de goda resultat som uppnåtts vid driften av de kort förut igångkörda elektriska smältningarna vid Outokumpu O/Y:s och O/Y Vuoksenniska A/B:s anläggningar i Imatra. Den största fördelen, som den elektriska smältningen erbjöd, var att koks- och kalkstensimporten, vars transportmängder icke balanserade med den till export kommande skärstmängden, kunde elimineras, och därigenom kunde byggandet av en bolagsägd kajanläggning för massgods i Liinahamari undvikas. De återstående transportkvantiteterna bestående av skärstensexporten och import av driftsmaterial kunde med lätthet hanteras

av den statsägda hamnen därstädes.

Ännu samma sommar igångsattes förnyade vattendragsundersökningar i Patsjoki älv, för bestämmande av det gynnsammaste läget för ett större kraftverk i Patsjoki övre lopp, då det visade sig omständigt om tidsödande att få till stånd en överenskommelse om utbyggnad av Koltta-köngäs och angränsande vattenfall i Patsjoki nedre lopp, vars vattenkraft till stor del ägdes av Norge. När resultatet av dessa undersökningar på vintern 1938 förelägo färdiga, visade det sig att det kalkylerade kraftpriset rättfärdigade merkostnaderna för vattenkraftverket. I februari 1938 erhöll Petsamon Nikkeli O/Y av finska staten rätt att anlägga ett vattenkraftverk vid Jäniskoski fors i Patsjoki älv. Från denna tidpunkt kan Incos byggnadsprogram i Finland anses i princip fastslaget, och kom det sålunda att bestå av en gruva, ett el. smältverk, ett vattenkraftverk samt ett samhälle i Kolosjoki för bolagets arbetare och tjänstemän. Att smärre ändringar tillkommo under detaljpla-

neringen förändrar ingenting väsentligt i det faktum, att en för våra förhållanden stor och mångsidig gruvindustri höll på att växa upp i Petsamo på basen av de 17 år tidigare påträffade första fyndigheterna av nickelhaltig kismalm.

Byggnadshistorik.

Med beaktande av att utbyggandet av anläggningarna på grund av kriget dragit flere år utöver det beräknade och att många omställningar av byggnadsprogrammet under denna tid ägt rum, kan det vara skäl att i korthet ge en översikt av byggnadsverksamheten under de skilda åren med deras högst varierande verksamhetsbetingelser.

År 1935 byggdes en 30 km lång fjällväg utefter koncessionsområdet för prospekteringsarbetets underlättande. Vägen byggdes som en biväg till ishavsvägen och slutade till en början på Kaulatunturi, där sedan geologiska kommissionens tid ett läger för malmetare existerade i närheten av det första nickelmalmfyndet. Vägen fortsattes följande år till platsen för tunnelmynningen, och år 1937 vi-

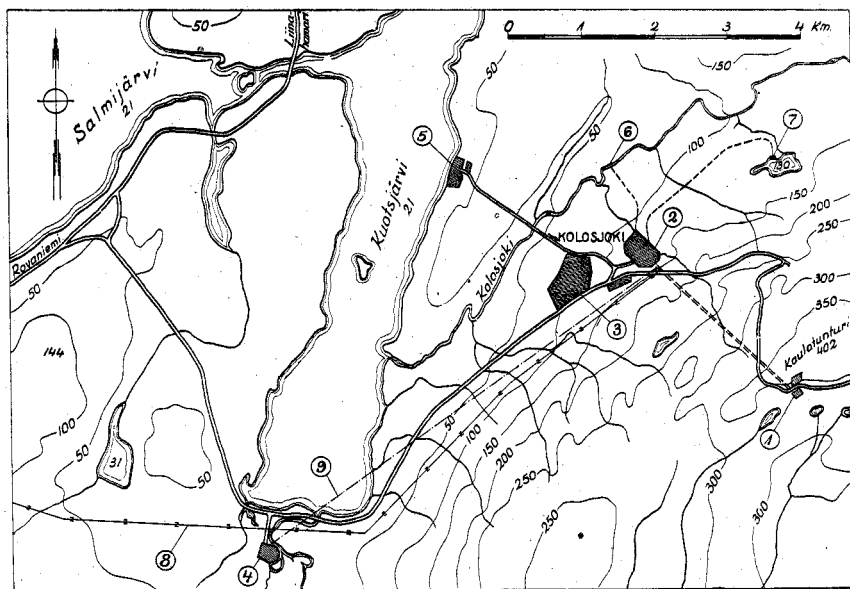


Fig. 1. Översiktsskarta.

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Schaktanläggning | 6 & 7 Vattenverk |
| 2. Verksanläggningar | 8. Högspänningsledning |
| 3. Samhälle | 9. Projekterad linbana för sandtransport. |
| 4. Kvarterssandtag | |
| 5. Sågverk | |

dare västerut med ny anslutning till ishavsvägen åt Rovaniemihållet. Till denna väg anslöts senare bolagets sågverk, kvartssandtag och tvänne vattenverk samt vägnätet i samhället, så att den sammanlagda sträckan av bolagsägda vägar närmade sig 50 km.

Sedan gruvans planering tagit fast form, påbörjades våren 1937 byggnadsarbeten i större skala samtidigt med tunneldrivningen. En 10,000 m³ jordrymning med grävmaskin vid tunneldrivningen gav den första planeringsjorden för det blivande verksamhetsområdet, där till en början temporära anläggningar i trähus uppfördes, s. s. dieseldriven kraftcentral och kompressoranläggning, reparations- och borrhväsningens verkstad, lager-skjul m. m. Tunnelportalen och ett vattenverk med pumpstation och höghållare hörde redan till de permanenta anläggningarna. För tillfredsställelse av det stora verksamhetsbehovet för nybyggnader och senare för gruvan byggdes en såg, vars produktion under hela verksamhetstiden icke understeg 1.000 stds per år. Följande år byggdes en verkstadsbyggnad, värmecentral och kontorsbyggnad i permanent byggnadsmaterial. Alla dessa byggnader voro förenade medelst gångbara, underjordiska 2 × 2 m betongkanaler för kablar och rörledningar. Det från tunneldrivningen utfallande berget användes för verksamhetsområdets utvidgning och planering.

År 1939 kan betraktas s. s. byggnadsverksamhetens kulminationsår. Generalplaneringen av smältverket var slutförd i Canada under ledning av Incos chefkonstruktör, mr L. M. Sheridan, som på senhösten 1938 hade gjort ett besök i Petsamo för att studera, huru amerikansk smältverkspraxis bäst kunde tillämpas i finska förhållanden. I början av år 1939 hade till platschef i Kolosjoki utsetts mr I. J. Simcox, en av Incos främsta metallurger, för att leda uppförandet och igångsättandet av det nya

smältverket. Detta blev i sin definitiva utformning projekterat för 720 ton malm per dag, närmast med hänsyn till det nya, under uppförande varande vattenkraftverkets effekt. Denna ökning från tidigare projekterade 500 ton per dag invercade ej på gruvans tillredningsarbeten, som upplagts så att en produktionsökning från 500 ända till 2,000 ton per dag skulle vid behov vara möjlig. De första beställningarna för smältverkets maskinella utrustning hade placerats i slutet av år 1938 och byggnadsarbetena påbörjades i februari 1939. Man kalkylerade med 1 september 1940 såsom definitivt datum för smältverkets igångkörning. Tillsammans med byggnadsarbetena på stadsområdet omfattade 1939 års nybyggnader 130,000 m³, vartill ännu kommo gruvans tillredningsarbeten och vattenkraftverksbygget. Då det visade sig svårt att finna någon firma, som skulle åtagit sig uppförandet av verksanläggningarna på totalentreprenad, utfördes alla byggnadsarbeten i Kolosjoki i bolagets egen regi. Bolagets byggnadsavdelning utförde alla grävningss-, grundläggnings-, murnings-, betong- och träbyggnadsarbeten, varmot specialarbeten s. s. erforderliga 2,100 ton stålkonstruktioner, skorsten av armerad betong, rörinstallationer, målningsarbeten m. m. gävös på entreprenad åt specialfirmor. Maskininstallationerna utfördes under respektive leverantörs övervakning och ansvar. Detaljritningarna utarbetades parallellt med byggnadsarbetet; för smältverks- och permanenta schaktanläggningen hos Inco i Copper Cliff, Canada, för kraftcentralen, hjälpanläggningar och stadsbebyggelsen hos Petsamon Nikkeli O/Y i Kolosjoki och för vattenkraftverket hos Konsult-

erande Ingeniörbyrån Consulting i Helsingfors, vilken firma även handhade arbetsledningen och administrationen på arbetsplatsen i Jäniskoski. Den av Petsamon Nikkeli O/Y sysselsatta arbetsstyrkan uppgick denna sommar tidvis till närmare 2,000 man, och arbetena framskredo även programenligt. På senhösten voro alla byggnader under vattentak, när vinterkriget avbröt det till sista dagen i forcerat tempo bedrivna byggnadsarbetet. Bolagets inhemska personal kallades av andra plikter och den utländska reste över Kirkenes i Norge till England och Canada, och inom två veckor hade Kolosjoki besatts av ryssarna, som under ockupationstiden använde orten som förlägnings- och etappställe för sin i Petsamo opererande armé.

Efter vinterkriget följde så Petsamon Nikkeli O/Y:s isolerade period, då anläggningarna med hjälp av den i hemlandet kompletterade personalen färdigbyggdes och igångkördes. Tidigare beställningar från England och USA nybeställdes från mestadels inhemska eller svenska leverantörer, och den avbrutna detaljplaneringen fortsattes i Kolosjoki med undantag för vattenkraftverket, vars byggnadsarbeten fortsättningsvis handhades av Konsultande Ingeniörbyrån Consulting. Det fortsatta uppbyggnadsarbetet hade att dras med alla de svårigheter, som härledde sig från den knappa arbetskraftstillgången, materialbristen, leveransförseningar m. fl. krigstida företeelser. Under dessa omständigheter hade man att räkna med en ansevärd försening av verkets igångkörning, vilken icke kunde äga rum förrän i juli 1942, två år senare än ursprungligen beräknat. I mindre skala hade malmexport dock ägt rum ifrån det temporärt iordningställda krossverket sedan december 1940.

Anläggningar.

För malmens utvinning och bearbetning stod till Petsamon Nikkeli O/Y:s disposition följande anläggningar:

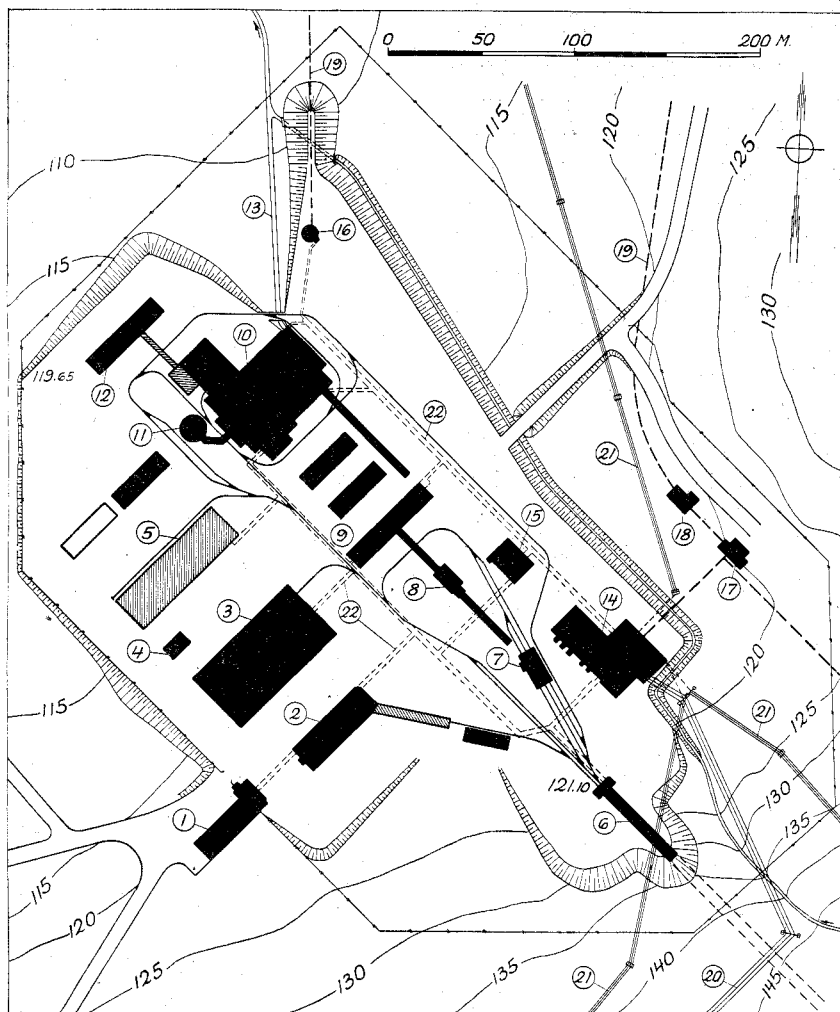


Fig. 2. Verksanläggningar.

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Kontorsbyggnad | 12. Förpackningslager |
| 2. Gruvstuga | 13. Slaggavlopp |
| 3. Verkstäder o. centrallager | 14. El. kraftcentral |
| 4. Oljelager | 15. Värmecentral |
| 5. Nytt centrallager (under byggnad) | 16. Vattentorn |
| 6. Tunnelportal | 17. Vattenpumpstation |
| 7. Malmtipp | 18. Syrgasanläggning |
| 8. Krossverk | 19. Råvattenledning |
| 9. Malm-Sandbinge | 20. 120 kV högspänningsledning |
| 10. Smältverk | 21. 10 kV " |
| 11. Skorsten | 22. Kabel- o. rörledningskanaler. |

Kaulatunturi gruva.

Då en utförlig beskrivning av gruvan och dess drift publiceras samtidigt härmed, skall i detta sammanhang endast några korta data beträffande ovanjordsanläggningarna angivas.

För skyddande av tunnelmynningen mot nedrasande jord och snö hade en ca. 60 m lång portal av järnbetong uppförts. Portalen hade plats för dubbla spår a 750 mm spårvidd och kontorsrum för tågexpeditören, som samtidigt

övervakade lastningen av materialtillförseln till gruvan. Tryckluft och elström för gruvan levererades ifrån den intill tunnelmynningen belägna kraftcentralen.

Reparations- och borrväsningsverkstäderna voro sammanförda med andra verkstäder och med centrallagret i samma byggnad, då man till en början, av misstänksamhet mot den långa snörika vintern i Petsamo, önskade koncentrera så många hjälpanläggningar som möjligt under samma tak.

En gruvstuga med klädskap för 460 personer hade uppförts mellan tunnelportalen och verksamrådets utgång. Från gruvan kommo arbetarna till en hall med disk för avlämning av gruvlampor och passerade därefter en spärr med tidklockor på väg till klädskapen. Tvättrummen voro utrustade med duschar, fotbaljor och lavoier. Skilda omklädningsrum för ingenjörer, mästare, kvinnliga och manliga arbetare funnos. I gruvstugan voro även lokaler för en första hjälpsstation och för gruvkontoret inrymda.

Klädskapen voro av amerikansk typ med ett under golvet gående skåp för gruvkläder och ett övre för stadskläder. Det undre skåpet var försett med väggar av ståltrådsnät och ventilerades med luft, som uppvärmts till maximalt 40° C. Behovet av torkningsluft per klädskap var beräknat till 28 m³ per timme. Luftkonditioneringsanläggningen bestod av en varmluftsfläkt med en kapacitet om 26,000 m³ luft per timme, som upphettades till maximalt 25° C, och en utsugningsfläkt om 21,000 m³ per timme för källarvåningen med de nedsänkta klädskapen. Varmluftskanalerna voro så dimensionerade, att övertryck rådde i omkläd-

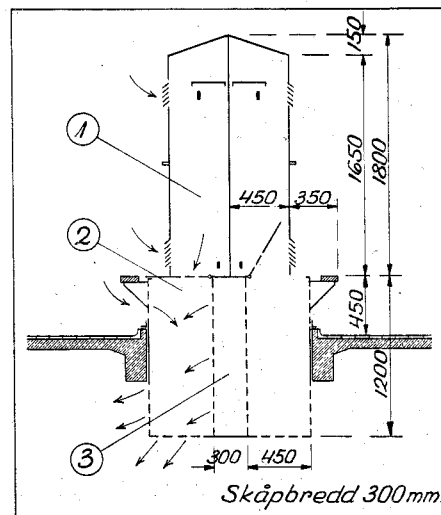


Fig. 3. Klädskap.

1. Skåp f. stadskläder
2. Skåp f. arbetskläder
3. Trumma för varmluft a 40° C.

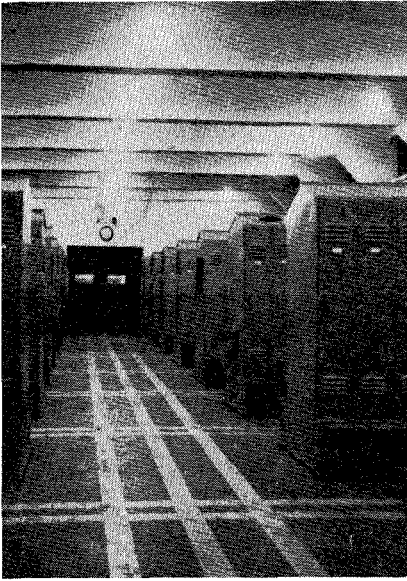


Fig. 4. Omklädningsrum.

ningsrummet, vars luft evakuerades genom klädsåpen till källarvåningen för att därifrån utsugas. Någon stank av gruvkläder kunde därför icke tränga upp i omklädningsrummen. Förutom gruvpersonalen anlätade även en stor mängd arbetare i smältverket och verkstaden gruvstugan. I anslutning till gruvstugan var en täckt plattform för arbetartågen från gruvan projekterad och under uppförande.

Genom att malmens utfraktning ägde rum genom tunneln, kommo



Fig. 6. Gruvlave.



Fig. 5. Tvättrum.

de flesta gruvanläggningar att förläggas till verksamrådet på nivå + 121 m. På Kaulatunturi byggdes blott ett vertikalschakt med en permanent, och ett donlägigt schakt med en temporär schaktanläggning. Vertikalschaktets *gruylave* (Fig. 6) var byggd av stål, 24 m hög och fodrad med bitumenbeklädd korrugerad plåt av ett engelskt fabrikat, kallat »Robertson Protected Metal».

För gruvspelet var ett 13,54 × 13,68 m *spelhus* och i anslutning här till en transformatorstation för gruvan uppförd. Spelhuset, som hade ett för snöstormarna synnerligen utsatt läge, var försett med centraluppvärmning från en elektrisk varmvattenpanna, varigenom tillsynen av uppvärmningsanläggningen reducerades till ett minimum och bränsletransporterna till den enligt belägna byggnaden bortföll.

Gruvspelet var av inhemsk tillverkning och levererat av Karhula bruk. Speldjupet var 202 m och spelhastigheten 3,05 m/sek. Gruvspelet var byggt med tvenne cylindriska linkar a 3,000 mm diam. × 1,800 mm. Schaktet som icke avsetts för malmuppföring hade två hissar, för gods- och personbefordring. Största tillåtna last

vid godsuppföring var 5,150 kg och vid personbefordring 2,200 kg motsvarande 26 man. Gruvspelet drevs av en 150 kW el. trefasmotor med ett varvantal av 485 varv per minut. Största tillåtna belastning på linan var 12,400 kg. (Linviktt 3,500 kg, hissvikt 3,750 kg och bruttolast 5,150 kg). Vid personbefordran var linans beräknade säkerhet mot brott 10.8. Linan fabricerades av Wrigts Ropes Ltd., England, och hade en diameter om 34.1 mm med en brotthållfasthet hos trådmaterialet 165 kg/mm².

Kolosjoki smältverk.

Smältverket var byggt för en kapacitet om 720 ton malm per dag, men voro anläggningarna så projekterade att en framtida utvidgning till 2,000 ton per dag var möjlig utan rubbningar av redan förefintliga anordningar. Malmens elektriska nedsmältning med efterföljande konverterbehandling erbjuder en enkel och rätlinjig process för malmens koncentrerings och smältverket var även projekterat med tanke på möjligast enkel godspassage genom anläggningen.

Från gruvan kördes malmen till en *malmtipp* nära tunnelportalen i gruvvagnar om 2,8 m³ rymd dragande ca. 5 ton malm. Dessa stora

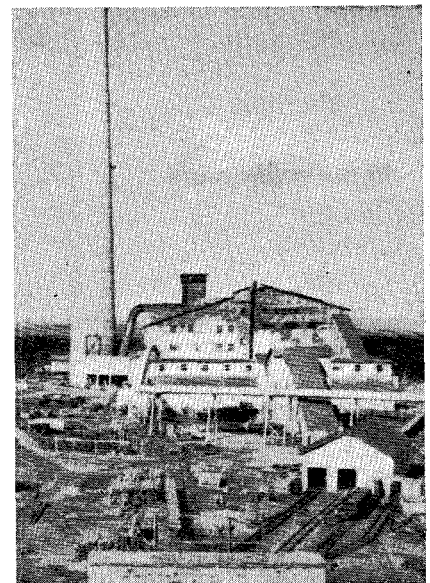


Fig. 7. Smältverket.

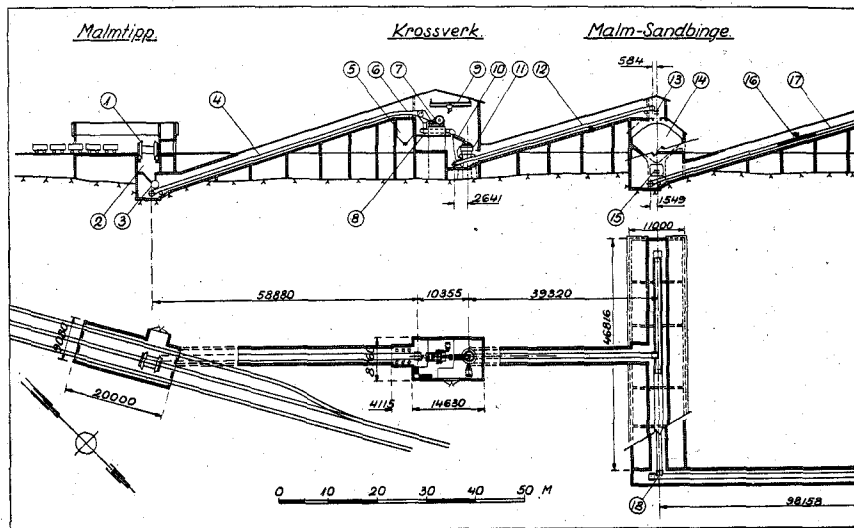


Fig. 8. Malmtipp, Krossverk och Malmsandbinge.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Maskintipp för 5 tons gruvvagnar | 10. Vibrationssikt, 1200 × 2400 mm |
| 2. Rågodsficka för 25 ton | 11. Symons konkross, 5½ fot Standard finkross |
| 3. Rullmatare, diam. 1,830 mm | 12, 15 o. 17. Transportband, bredd 610 mm |
| 4. Transportband, bredd 1,067 mm | 13. Reversibelt fördelningsband, bredd 610 mm. |
| 5. Gråbergsficka för 60 ton | 14. Godsticker för 3400 ton malm och 700 ton kvartssand |
| 6. Plockband | 16. Självregulerande bandväg |
| 7. Traylor käckross, 600 × 900 mm | 18. Automatisk provtagnings- och provtillredningsapparat |
| 8. Transportband, bredd 710 mm | |
| 9. 10-tons lyftblock | |

vagnar med sin fast monterade korg tömdes med hjälp av en tryckluftdriven tipp utan att kopplas av tåget. Detta möjliggjordes genom att vagnskopplingen var vridbar och kopplingen i höjd med tippens vridaxel. Med hjälp av likaledes tryckluftoperade buffertar passerades tåget genom tippens en vagnslängd i gången varvid vagnarna i tur och ordning tömdes i den underliggande rågodsfickan. För tågets lossning behövdes sålunda endast en man vid tryckluftsventilerna, som med denna anordning vid normal drift tömde ett tåg om 10 vagnar på 20 minuter. En rullmatare med en 1,830 mm diameters trumma av stålplåt matade malmen på ett 1,067 mm transportband, som förde malmen (jämfte övrigt till smältverket gående gods) till *krossverket*. Transportbandets övre ända var anordnad som plockband för bortskräddning av ofyndigt berg i en undertill liggande 60 tons gråbergsficka. Denna sortering kom dock aldrig att få någon betydelse då stark

mullobildning i malmen tillsammans med vatten smetade ned alla större stycken, så att ingen skillnad i utseende mellan malm och ofyndigt berg förelåg. Borrstål, plankstumpar och övriga med malmen följande, ovidkommande saker utsorterades dock vid detta plockband, som även bevakades av en stark magnet för smärre järnstycken. Någon nedkrossning av malmen ägde icke rum i gruvan, varför ovanbeskrivna anordningar arbetade med gods, som passerat 350 mm galler. I *krossverket* nedkrossades malmen i två steg av en Traylor käckross 600 × 900 mm för grovkrossningen och en Symons konkross 5½ ft, standard finkross för finkrossningen. Underkorn siktades bort före käckrossen med ett 80 mm galler och före konkrossen med ett 1140 × 2440 mm vibrationssikt. För montage och översyn av krossarna fanns ett handmanövrerat 10 tons lyftblock monterat på en rörlig balk i taket. Max. godsstorleken efter krossningen var ofta ca. 12—15

mm, trots att konkrossen var ställd på 9 mm, vilket närmast berodde på det i öppen krets med konkrossen i den smetiga malmen tämligen ineffektivt arbetande vibrationssiktet. En ombyggnad av *krossverket* för ernående av större siktareal i slutet krets med konkrossen var även projekterad i samband med byggandet av en flotationsanläggning för malm med låg Ni-halt av en lättare flotterbar typ, som till en mindre mängd kunde utvinnas i samband med brytningen av huvudmalmen. På grund av den för det mesta rätt våta malmen bildades damm endast efter konkrossen, varifrån detsamma utsögs av en fläkt med en kapacitet om 4,000 m³ luft per timme.

Till *malm-sandbingen* fördes godset av ett transportband om 610 mm bredd, vilken bredd var genomgående för alla transportband efter *krossverket*. Bingens lagringskapacitet var 3,400 ton malm 700 ton kvartssand och 400 ton slaggsållor, en cirkulationsprodukt ifrån smältverket, eller sammanlagt 4,500 ton i 6 olika fickor. Bingarna voro av betong men beklädda med 3¾" utbytbar plankläggning till skydd mot slitage. I botten hade fickorna en 800 mm bred längsgående öppning, vars sidor skonats med 10 mm stålplåt till 1,400 mm bredd. Fickornas bottenöppning tillslöts av 4" × 4" sättsparrar, vilken enkla konstruktion fungerade helt tillfredställande i detta fall när ingen blandning av beskickningen på det underliggande transportbandet ägde rum och det i bingen lagrade materialet bestod av finkrossat gods. Under fickorna fanns ett transportband för godsets uttagning och vinkelrätt emot detta ett 112 m långt transportband mellan bingen och smältverket. Mellan dessa band var en provtagningsapparat av Westphalia-Dinnendahl-Gröppels fabrikat inbyggd för automatisk och kontinuerlig provtagning och prov-

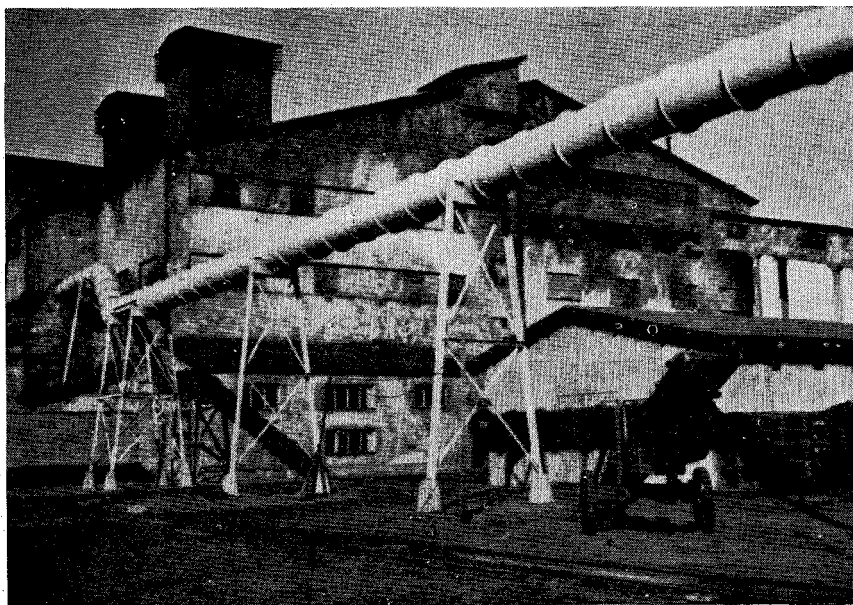


Fig. 10. Smältverksbyggnad.

tillredning av den till smältverket gående malmen. I transportbandet efter provtagningen var en självregistrerande bandvåg monterad för vägning av de mot de uttagna proven svarande mängderna beskickningsmaterial.

Gemensamt för de tre föregående anläggningarna var, att de alla voro byggda i permanent material, malmtippen av tegel och krossverket, malm-sandbingen och transportbandgallerierna helgjutna i betong. Alla byggnader voro värmeisolerade och försedda med innertak. För att förhindra malmens frysning vintertid voro byggnaderna uppvärmda dels med radiatorer dels med varmluftsinsbläsning.

Smältverksbyggnaden var uppdelad i ett unghus och en konverterhall. Byggnadens stålskellett-konstruktion var utförd av Wärtsilä-koncernen, Maskin och Bro, och tillverkad av amerikanska stål-balkar, som av Inco inköptes i U.S.A. och skeppades till Helsingfors för fabrikation. Denna tämligen unika åtgärd vidtogs emedan de europeiska valsverken till följd av upprustningarna år 1939 hade alltför långa leveranstider på sina produkter. Alla mellantak voro

av armerad betong och väggarna av hårdbrända klinkerhåltegel $200 \times 300 \times 300$ mm med 200 mm s. s. vägg tjocklek. Detta väggmaterial har ett mycket tilltalande utseende, är i viss utsträckning värmeisolerande och kan anses s. s. ett mycket lämpligt väggmaterial i byggnader med värmeöverskott. Trots dammig atmosfär hållas väggarna alltid rena tack vare den lätt glaserade ytan.

Vattentaket var av $1\frac{1}{2}$ " plank med takfiltbeläggning. Detta tak måste dock på grund av brandfaran ställvis omläggas i permanent material.

I unghuset voro tvenne rektangulära ugnar uppställda invid

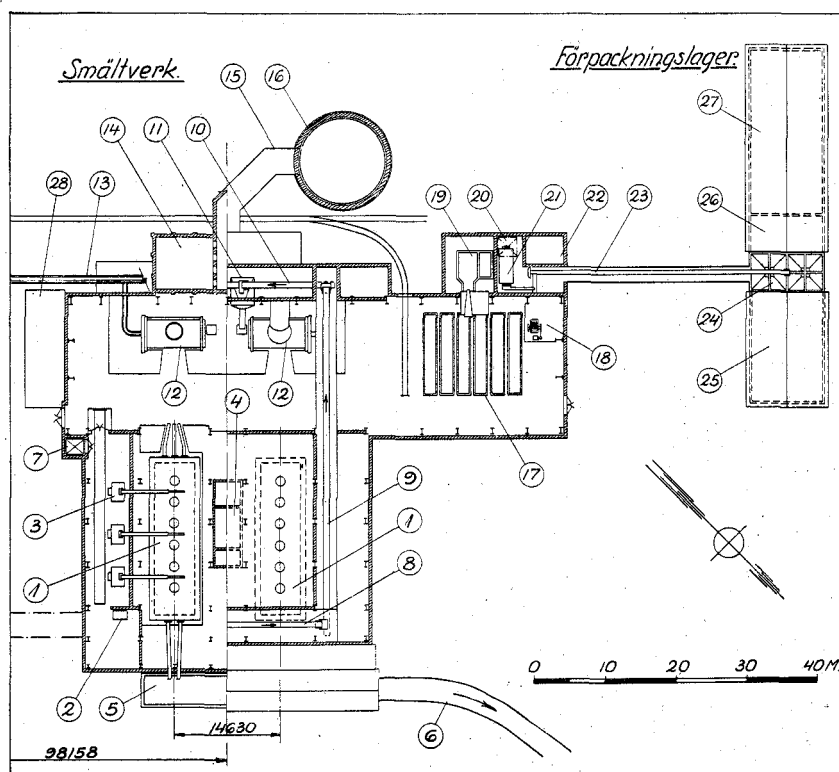


Fig. 11. Plan av smältverket.

- | | |
|--|--|
| 1. El. smältugn, effekt 12,000 kW | 16. Skorsten, höjd 152,4 m, inre diam. vid basen 13,7 m o. i. toppen 4,4 m |
| 2. Kabelanslutning och 10 kV ställverk för el. smältugn | 17. Kokillbäddar á 9 ton för skärsten |
| 3. 3 st. 1-fas smälttransformatorer á 4000 kVA | 18. Skärstenskross Hadfield 325 x 600 mm |
| 4. El. manöverrum för smältugnarna | 19. Granuleringsbassäng för skärsten |
| 5. Granuleringsstråg för slagg | 20. Binge för 35 ton grannulerad skärsten |
| 6. Slaggavlopp | 21. Torktrumma |
| 7. Godshiss för 2 ton | 22. Provtillredningsrum |
| 8, 9 & 10. Transportband, bredd 610 mm | 23. Transportband, bredd 500 mm |
| 11. Kvarrtissandbinge för 70 ton | 24. Skärstensfickor, 8 x 35 ton |
| 12. Pierce-Smith skärstenskonverter, $\varnothing 4000 \times 8500$ mm | 25. Fabrikation o. lagring av tomfat |
| 13. Luftledning, $\varnothing 1000$ mm | 26. Lockspikning |
| 14. Sättningskammare för flygdamm, volym 300 m ³ | 27. Utlastningsmagasin för skärsten i 200 kgs. fat |
| 15. Rökgas kanal 2720 x 4270 mm | |

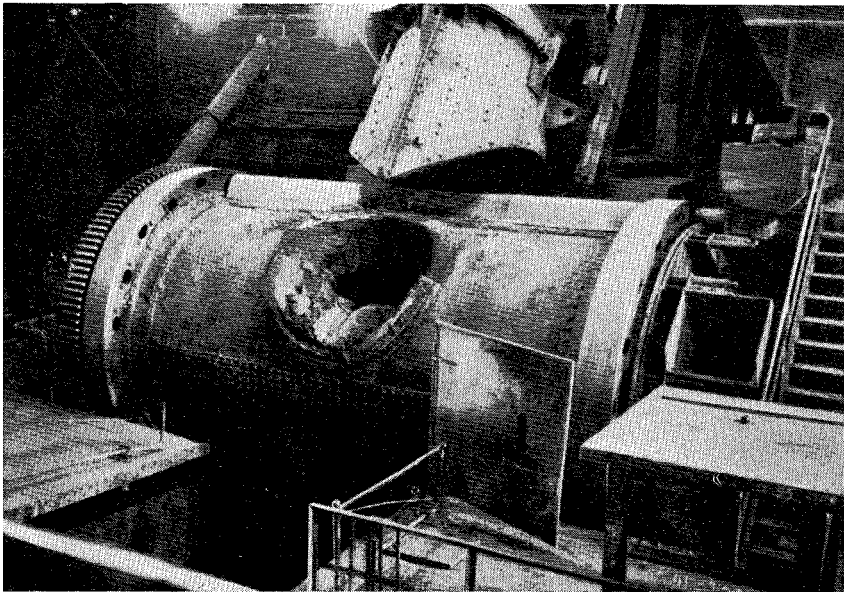


Fig. 15. Pierce-Smith konverter.

Ifrån konvertern leddes gaserna in i en 300 m³ inmurad kammare, där flygdammets på grund av den minskade gashastigheten till största delen avsattes och togs tillvara genom bottenluckor. Från sättningskammaren leddes gaserna genom en 2.7×4.3 m rökgaskanal till skorstenen.

Över hela konverterhallen löpte en traverskran av 18.3 m spännvidd med en huvudkrok om 40 ton och en hjälpkrok om 10 ton, monterade på separata löpvagnar.

Lyfthastigheterna voro 15 m/min. resp. 18 m/min. och löpvagnarnas hastigheter 30 m/min. resp. 54 m/min. Traversens löphastighet var 90 m/min. Traverskranen var likströmsdriven för att garantera tillfredställande finreglering i dess manövrering.

För skärstenens efterbehandling fanns två metoder, kokillgjutning med därpå följande krossning i en 325×600 mm Hadfield käk-kross eller granulering i vatten med därpå följande torkning i en

roterugn. I båda fallen provtogs skärstenen innan den gick till förpackningslagret. Skärstenen lagrades till en början oförpackad chargevis i 8 betongfickor à 35 tons kapacitet, som tömdes ovanför tvänne förpackningsvägar med vilkas hjälp skärstenen invägdes i träfat om 200 kg. Dessa fat tillspikades i förpackningslagrets närmast våghuset belägna ända och förvarades efter påfyllningen och lockspikningen i utlastningsmagasinet med plats förpackad skärsten. Endast en mindre del av produktionen hade dock tillsvidare förpackats. Det mesta hade levererats i större stycken direkt från kokillbäddarna. Efter skärstengranuleringens planerade ibruggtagande skulle förpackningslagret likväl ha blivit h.o.h. utnyttat i enlighet med beskrivningen ovan.

Smältverkets skorsten mätte i längd 152,4 m räknat över sockeln och hade en inre diameter nere, 13,7 m och i toppen, 4,4 m. Skorstenen var gjuten i betong med en inre utmurning av 4½" hårdbrända tegel i syrafast murbruk. Toppen av skorstenen var på en längd av 7,5 m utförd i tegelmurverk för att hindra betongens anfrätning av över skorstenskransen nedfallande svavelgaser. De översta tegelvarven voro sammanhållna av en skoning av Monel-metall i vilken 7 st. åskledare voro monterade. Trappstegsjärn voro ingjutna på yttre sidan ända till toppen och på 1/3 höjd nedifrån räknat fanns en plattform och en öppning för provtagning av rökgaserna.

Anläggningar för kraftsörjningen.

Då dessa komma att behandlas i en specialartikel, må här blott nämnas att bolagets vattenkraftverk i Jäniskoski icke var beläget i Petsamo utan i Enare, ca. 15 km från Enare sjös utlopp i Patsjoki. Detta föranledde byggandet av en ca. 80 km. lång 120 kW ledning till kraftcentralen i Kolos-

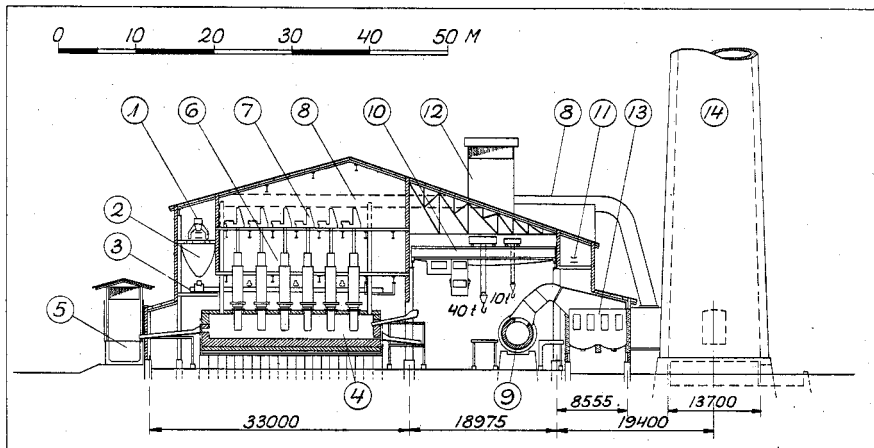


Fig. 14. Sektion av smältverket.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Avlastningsvagn | 9. 2. st. Pierce-Smith skärstenskonvertrar |
| 2. Rågodsfickor f. 700 ton | 10. Morgan traverskran |
| 3. Skraptransportörer, 2 st. pr. ugn | 11. Transportörband, bredd 610 mm |
| 4. 2 st. el. smältugnar | 12. 2 st. fasta ventilatorer a 24 m ² |
| 5. Grannuleringstråg för slagg | 13. Sättningskammare f. flygdamm |
| 6. Söderbergelektroder Ø 1050 mm | 14. Skorsten |
| 7. Elektrodspel | |
| 8. Rökgasrör, Ø 1500 mm | |

joki, som bestod av en högspänningsavdelning för strömmens nedtransformering och fördelning samt en maskinhall för alla kraftgenererande maskiner (2 st. kolvkompressorer för 7 atö tryckluft, 3 st. turbokompressorer för konverterblåsningluft à 1 atö, 2 st. omformareaggregat för 220 V likström och 2 st. dieseldrivna generatorer i reserv för 220/380 V växelström).

Fördelningen av strömmen i Kolosjoki skedde över ett 10 kV system av högspänningsledningar och kablar till smältugnar och sekundärtransformatorer.

El. smältugnar.

De el. smältugnarna torde på grund av sin form och sina dimensioner vara av speciellt intresse, varför en kort beskrivning av själva ugnskonstruktionen skall givas här nedan.

Ugnens inre mått äro 5476 × 21560 mm med plana gavlar och sidoväggar. Ugnens botten är ett omvänt långsgående valv med sam-

ma radie som ungsbredden eller 5476 mm. Ugnshårdens basiska utmurning (Radex A-magnesit-tegel i med magnesiumsulfat tillrett murbruk) är i botten 764 mm, gavlarna 690 mm och sidoväggarna 764 mm. Ugnens yttre murverk och dess övre del inkl. det långsgående valvet äro av chamotte-tegel. Utmurningens totala tjocklek är för botten 1103, sido- och gavelväggar 690 och valvet 305 mm. Ungsvalvet har öppningar, förutom för de 6 elektroderna, för 2 rökrör, 40 matarrör och 23 observationsöppningar för kontroll av beskickningen. Materialåtgången för utmurningen av en ugn är 335 ton magnesit- och 180 ton chamotte-tegel. Murverket vilar på ett starkt armerat utjämningskikt av järn-betong, som i sin tur vilar på ett golv av 36 mm ribbkylda gjutjärnsplattor. Dessa stödas av 1,6 m höga betongplintar, som lämna fritt tillträde för luftcirkulationen under ugnen. Liknande plattor stöda murverkets sidor och gavlar i höjd med smältans övre yta. Expansiva krafter i murverket

upptagas av sammanlagt 88 st. lodräta stagbalkar, av en amerikansk profil, 18 CB 70 (motsvarande ungefär I DIP 38) i sidor och gavelväggar samt av 36 tvärgående och 10 långsgående 50 mm rundjärnsstag. Ugnens osedvanligt tunga armering (140 ton stål-balkar och 100 ton gjutjärnsplattor) är betingad av den utsträckta och på alla sidor frilagda konstruktionens ömtålighet mot sprickbildningar. Då den i ugnen framställda Cu Ni-råstenen är upphettad långt över smältpunkten och sålunda synnerligen lättflytande, är faran för genombrott av ugnshården alltid mycket stor vid minsta sprickbildning. Ugnen med sin maximala längd av 22,94 m expanderar under upphettningen ansenligt. För att motverka detta inlades under murningen tvärgående expansionsfogar i bottenvalv och sidoväggar. Sålunda erhöles det överst bottenvalvet av temperaturen ett tillskott i längd om ca. 320 mm, varav 140 mm upptogs av under murningen lämnade 46 expansionsfogar om 3 mm. Resten eller 180 mm utgjorde ugnens yttre längdförändring under upphettningen. I tvärriktningen funnos 6 expansionsfogar om 4 mm, vilka upptogs 48 mm av värmeutvidgningar i ugnens tvärriktning, vars synliga expansion utgjorde ungefär lika mycket. På grund av värmeutvidgningen måste stagen regleras under upphettningsperioden, varvid dessa dock lämnades möjligast hårt anspända och därmed murverkets fogar tätt slutna, när ugnen uppnått sin definitiva arbetstemperatur.

Anläggningar för vattenförsörjning.

Såsom redan tidigare i förbigående nämndes, hade bolaget tvenne olika anläggningar för sin vattenförsörjning, av vilka den ena huvudsakligen var avsedd att betjäna samhället och den andra industrin. Den förra erhöles sitt

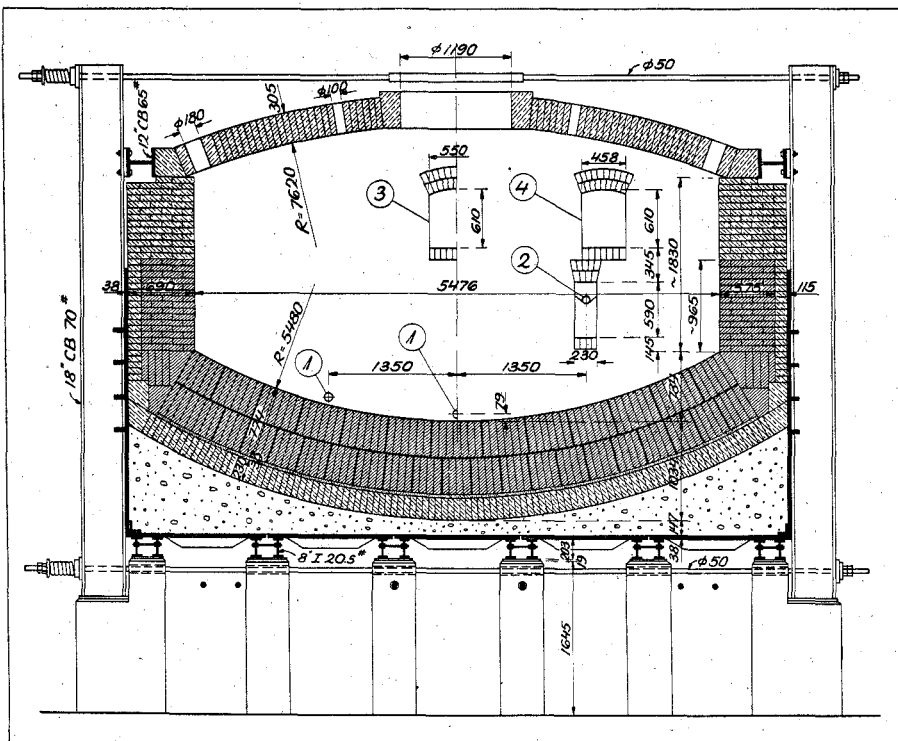


Fig. 16. Tvärsnitt av smältugn.

1. Tapphål f. råsten
2. Tapphål f. slagg

3. Intag f. konverterslagg
4. Observationslucka

vatten från Välikämpänjärvi fjällsjö, som bildade en 120 milj. liters reservoar. Härifrån leddes råvattnet i en 300 mm träledning av 2,600 m längd med självtryck till en pump- och reningsstation på verksamrådet, varifrån det pumpades till en i fjällslutningen inbyggd vattenborg av järnbetong om 500 m³ rymdinhåll. Då bebyggelsen i samhället på grund av den lutande terrängen kom att ligga på en högst varierande nivå, visade det sig nödvändigt att i vattenledningsnätet inbygga tryckreduceringsventiler, där vattentrycket översteg 6 kg/cm². Renvattnet till samhället filtrades och avjárnades i ett snabbfilter av Candy typ med en kapacitet om 400 ltr./minut.

För industrianläggningarna behövdes vatten främst för kylning av transformatorer, maskiner och smältugnar samt för granulering av slagg och borttransport av densamma. Överslagskalkyler visade att ansenliga mängder vatten för dessa ändamål (maximalt 10,000 l/min.) voro erforderliga, varför ett nytt vattenverk måste anläggas. Man hade att välja mellan den 1,300 m närbelägna Kolosjokiälven med dess problematiska vattentillgångar eller den 4,000 m avlägsna Kuotsjärvi-sjön, som stod i förbindelse med Patsjoki vattensystem. Uppfordringshöjden i det förra fallet var 86 och i det senare 122 m. För att ekonomisera med vattnet projekterades vattencirkulationen inom verket så, att kylvattnet uppsamlades i tvenne sumpar, varifrån detsamma pumpades tillbaka till råvattenbehållaren för att användas ånyo vid granuleringen. Genom denna åtgärd kunde det kontinuerliga vattenbehovet fås ned till ca. 7,000 l/min. Detta ansågs riskfritt kunna tagas ur Kolosjoki, vars 0,8 m grunda fåra dämades upp för att förhindra älvens bottenfrysning i närheten av den nya pumpstationen, som utrustades med en sammanlagd pumpkapacitet om

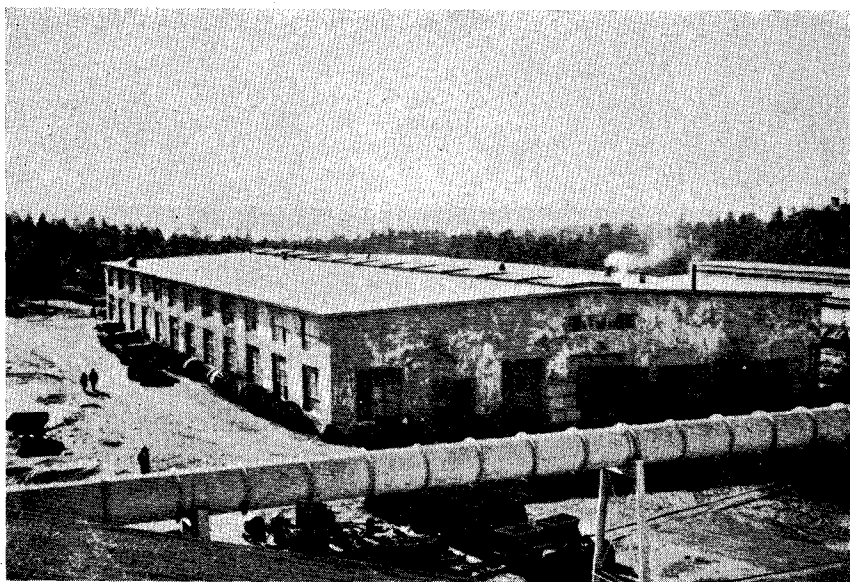


Fig. 17. Verkstadsbyggnad.

10,400 l/min. Ett vattentorn med en 360 m³ råvattenbehållare byggdes intill smältverket. Vattenledningen mellan pumpstationen och vattentornet utfördes av 300 mm mannesmanrör.

Erfarenheten visade att vatten i tillfredställande mängder kunde erhållas från det obetydliga vattendraget, även om torrperioden på vårvintern ofta visade sig kritisk. I dylika fall kunde dock tillskottsvatten erhållas ifrån samhällets tidigare nämnda vattentag.

Övriga verksanläggningar.

Värmecentralen för centralvärmeförsörjning av alla byggnader på verksamrådet arbetade enligt varmvattencirkulationsprincipen med fördelnings- och återledningsrör installerade i de överallt gående rörtunnlarna. Värmecentralens installerade pannkapacitet om 2 milj. kcal/h höll just på att fördubblas mer än genom utbyte av pannor, när verksamheten måste avbrytas. De stokerförsedda pannorna eldades med över Liinahamari och Kirkenes importerat kol. Termostater reglerade såväl fyren under pannorna som blandningsventilen för det ifrån värmecentralen utgående cirkulationsvattnet. Vid alla större förbrukningsställen reglerades även värme-

konsumtionen av termostater i enlighet med uppvärmningsbehov och yttemperatur. Varmvattenbehovet, som varierade kolosalt på grund av konsumtionen under rusningstiderna i gruvstugan, utjämnades med hjälp av 2 st. 10,000 L varmvattenackumulatorer.

Verkstäderna (Fig. 17) voro alla inrymda i en 40×80 m byggnad, delvis i två våningar. Förutom mek. verkstad, plåtverkstad och smedja funnos ytterligare el. verkstad, bilgarage och bilreparationsverkstad och snickeri i samma byggnad.

För lagerhållningen byggdes ett centrallager i samma hus som verkstäderna, men avsikten var att flytta ut detsamma till en separat lagerbyggnad 22×80 m, som höll på att färdigställas för ändamålet (Fig. 18). En station för bensin och dieseloljor med utminuteringspumpar var byggd på verksamrådet invid porten. Speciallager funnos för smörjoljor och sprängämnen.

En syrgasanläggning av Lindes Eismaschinen A.G.'s fabrikat för framställning av 5 m³ gas per timme hade uppförts på verksamrådet, då de tunga flaskornas transport fram och tillbaka till närmaste fabrik i Uleåborg visade sig både

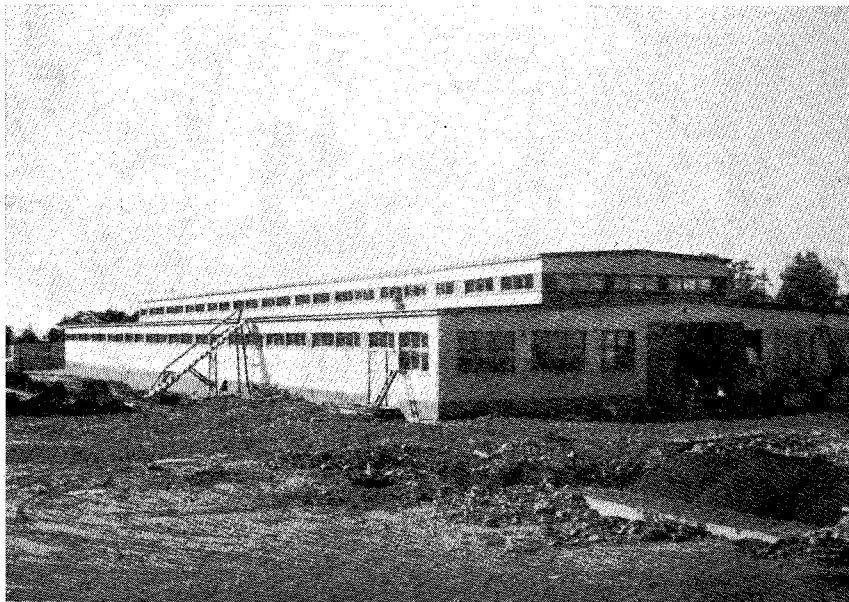


Fig. 18. Centrallager.

kostsam och otillförlitlig, ofta försakande tempotär brist på syrgas i smältverket. Konsumtionen av syrgas smältverk, verkstäder och rörinstallationer för bygnadsarbeten steg till ca. 15 flaskor per dag, varför syrgasläggningen drevs i två skiften.

En *kontorsbyggnad* i två våningar var uppförd invid fabriksporten. I källarvåningen var även laboratoriet temporärt inrymt. En egen byggnad för laboratoriet var upptagen i programmet för de närmaste årens nybyggnader.

Anläggningar utom Kolosjoki.

För *trävaruhanteringen* var ett enramigt sågverk med hyvleri redan år 1937 anlagt vid stranden av Kuotsjärvi-sjö.

Varje vinter avverkade bolagets forstavdelning ca. 40,000 stammar, som på sommaren flottades utefter Patsjoki älv till sågstranden, där de under årets lopp uppsågades. Huvudsakligast krävdes trävirke för gruvan, för bygnadsverksamheten och i framtiden även för skärstensförpackningarna, som bestodo av små trätunnor $\varnothing 350 \times 700$ mm, dragande 200 kg. Virkesbehovet för alla dessa ändamål tillsammans beräknades till 1,800 stds per år. Avsikten var att

bygga ut sågen med en större virkestork samt ett nytt hyvleri för tillverkning av tunnmaterial (gavlar och sidobräder). En provanläggning med maskiner av egen konstruktion hade redan över ett års tid på ett tillfredställande sätt skurit allt dittills erforderligt förpackningsvirke för den del av produktionen som leverats förpackad. För torkning av virke till eget snickeri och för nybyggnadsändamål var en temporär trätork rymmande 2 stds, uppförd i samband med sågen.

Sågen brann under vinterkriget 1939 men uppfördes på nytt 1942. Under mellantiden sågades virke med cirkelsågar eller inköptes ifrån ett sågverk beläget 100 km söderut.

Kvartssand för smältverket kördes med bil från ett sandtag 6 km. SW om Kolosjoki, vilket ställde sig tämligen kostsamt. Ifrån samma trakt hade gruvan planerat att hämta jord för fyllning av strossarna. Dessa kvantiteter utgjorde tillsammans ca. 170,000 ton per år, varför en linbana med en kapacitet av 30 ton per timme planerades mellan sandtagen och tunnelmynningen. Byggandet av denna hann dock icke realiseras.

Lera för smältverkets behov er-

hölls från ett lertag intill Kuotsjärvi sjö 3 km. NW om Kolosjoki.

Varutransporterna leddes per järnväg till närmaste station, Rovaniemi, dit det längs landsvägen mätt var ca. 460 km., eller också sjövägen till Liinahamari och Kirkenäs på 80 resp. 50 km. avstånd från Kolosjoki. Före krigsutbrottet ombesörjde specialfirmor alla erforderliga landsvägs transporter, men då deras verksamhetsmöjligheter under kriget alltmer kringskuros, måste bolaget etablera en egen transportorganisation för detta ändamål. Bolagets bilpark, som tidvis steg till närmare 70 bilar, krävde mycket arbete och stora kostnader. Normalt körde bolagets bilar ca. 150 ton varor per vecka från Rovaniemi, men vid forcering kunde denna kvantitet väsentligt ökas. För persontrafiken hade bolaget en buss, som trafikerade sträckan Kolosjoki—Rovaniemi 2 gånger per vecka.

Samhälle.

Parallellt med verksamläggningarna påbörjades samhällets utbyggnad.

Början gjordes år 1937 med en *arbetarrestaurang*, en *tjänstemannaklubb* och 3 st. s.k. *ungkarlsbaracker* (Fig. 20) för härbärgning av sammanlagt 150 arbetare. Arbetarrestaurangen och ungarlsbarackerna voro byggda av trä och nedbrunno under vinterkriget, men uppfördes ånyo i permanent material.

1938 fortsattes stadens utbyggnad med 8 st. hus för mästare och tjänstemän, med lokaler varierande från 2 rum, badrum och kök till 4 rum, tjänarinnerum, badrum o. kök. Sammanlagt 42 familjer fingo bostäder i dessa hus, som alla voro byggda av tegel i 2 våningar och med mellantak av armerad betong. Alla byggnader voro centraluppvärmda och anslutna till avlopps- och vattenledningsnätet, som utbyggdes i samma mån som samhället utvidgades.

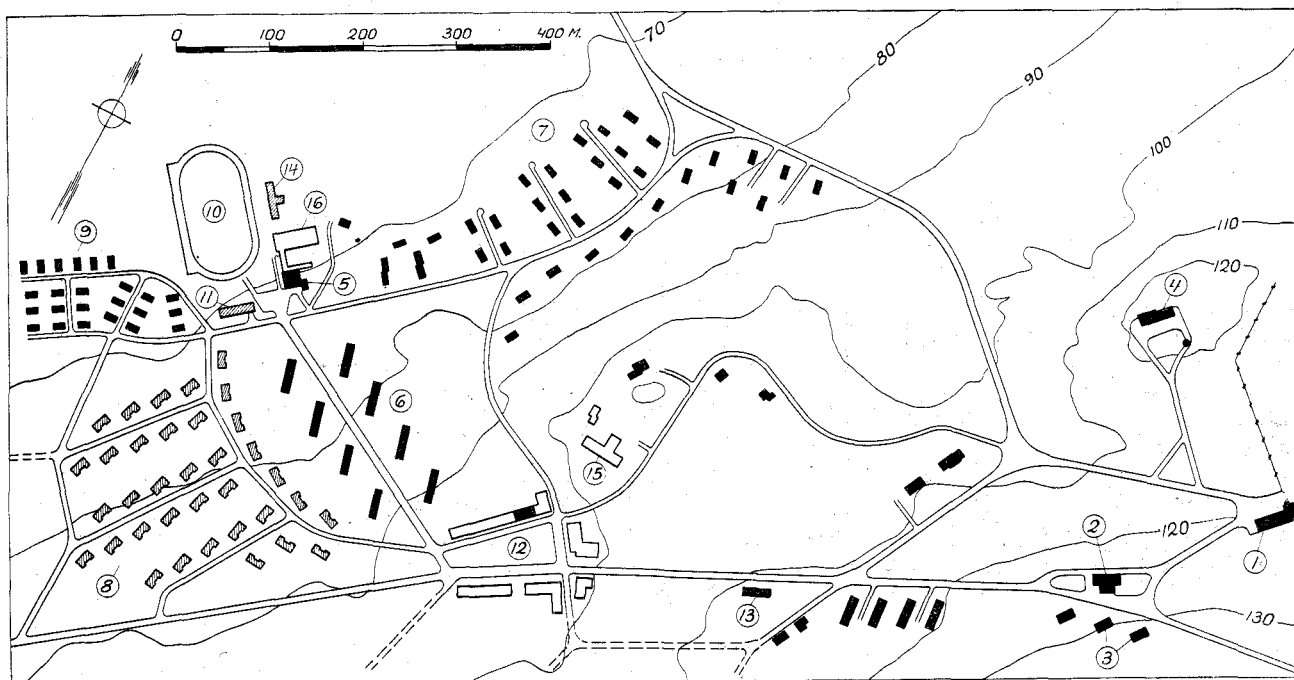


Fig. 19 Plan av samhället.

- | | | |
|--|--|--|
| 1. Kontorsbyggnad | 7. 37 st. 1-vån. bostadshus byggda 1943 | 11. Biograf, under byggnad 1944 |
| 2. Restaurang | 8. 30 st. 1-vån. bostadshus under byggnad 1944 | 12. Affärskvarter, endast delvis utbyggt |
| 3. 3 st. ungarbaracker | 9. Temporär inkvartering i monteringsfärdiga träbaracker | 13. Skjuktuga |
| 4. Tjänstemannaklubb | 10. Sportplan | 14. Folkskola, under byggnad |
| 5. Värmecentral | | 15. Planerat sjukhus |
| 6. 8 st. 3-vån. bostadshus byggda 1939 | | 16. Planerad sporthall |

År 1939 var en hastig ökning av bostadbeståndet nödvändigt. Sammanlagt byggdes detta år 8 st. bostadshus med bostäder för 148 familjer samt en värmecentral för deras centrala värmeförsörjning. I anslutning till värmecentralen inrättades även bad- och bykstuga.

Bostadshusen voro av hyreskaserntyp i 3 våningar med 3 trapphus och med lokaler, som till tre fjärdedelar bestodo av 1 rum och kök och en fjärdedel av enbart kök. I stället för badrum hade lokalerna ett tvättrum med en större inmurad balja för barn- och bykttvätt. Man förutsatte att

arbetarna hellre anlidade den närbelägna badstugan än badrum i egen våning. Detta byggnadsprogram, som närmast var att anse såsom en åtgärd för att snabbt kunna råda bot på den stora bostadsbristen, genomfördes även trots rådande tegelbrist, som avhjälpes genom en skeppslast Siporex-block från Helsingfors till Lii-nahamari. Husen konstruerades med bärande tvärgående väggar av tegel, men med yttre väggar av 25 cm tjocka Siporex-block. Fig. 21 o. 22 visa dessa hus under byggnad.

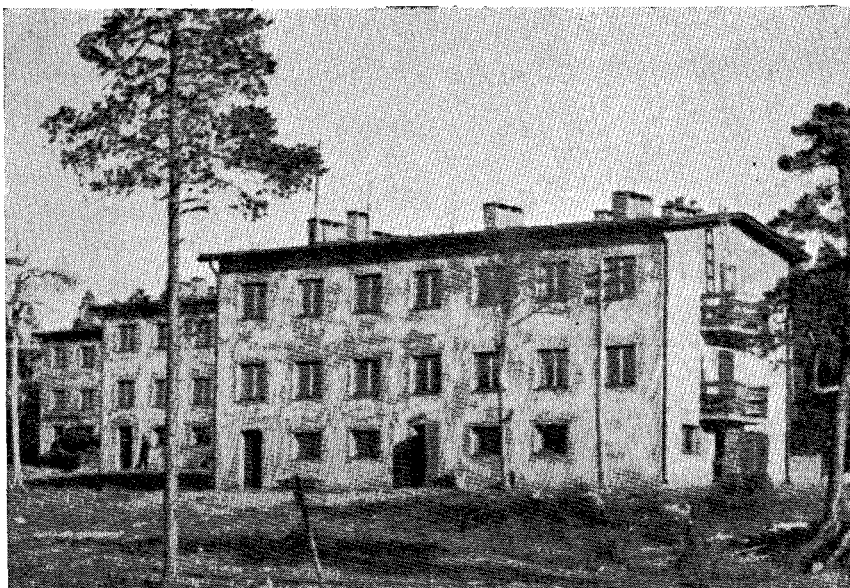


Fig. 20. Ungkarlsbaracker.

Efter vinterkriget voro inga bostäder i beboeligt skick, varför ett 30-tal monterbara träbaracker ställdes upp vid arbetets återupptagande år 1940. De under vinterkriget demolerade stenhusen reparerades småningom under åren 1941 och 1942, men för nybyggen räckte inte arbetsstyrkan till, då densamma främst måste koncentreras på färdigbyggandet av vattenkraftverket i Jäniskoski

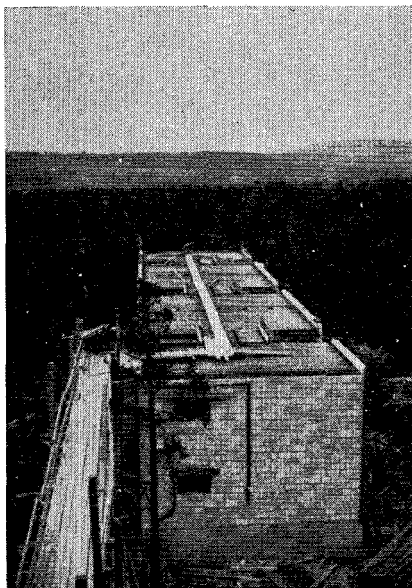


Fig. 21.

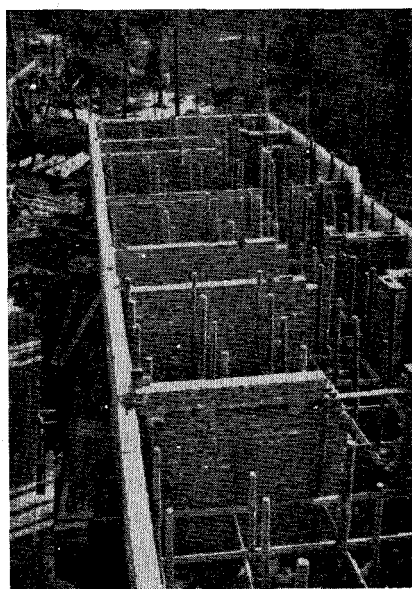


Fig. 21.

och verksanläggningarna i Kolosjoki.

Först sedan smältverket kommit i drift, vidtog en ny utvecklingsperiod för stadsbebyggelsen. År 1943 färdigställdes bostäder för 65 familjer och 260 ungar. Bolaget gick numera in för en småhusbebyggelse med högst 2 familjer i samma hus. (Fig. 23). Lokalstorleken ökades till 2 rum och kök i 2-familjshusen, och dessutom byggdes några 1-familjshusen på 3 rum, tjänarinnerum, badrum och kök. I alla hus installerades värme-, vatten- och av-

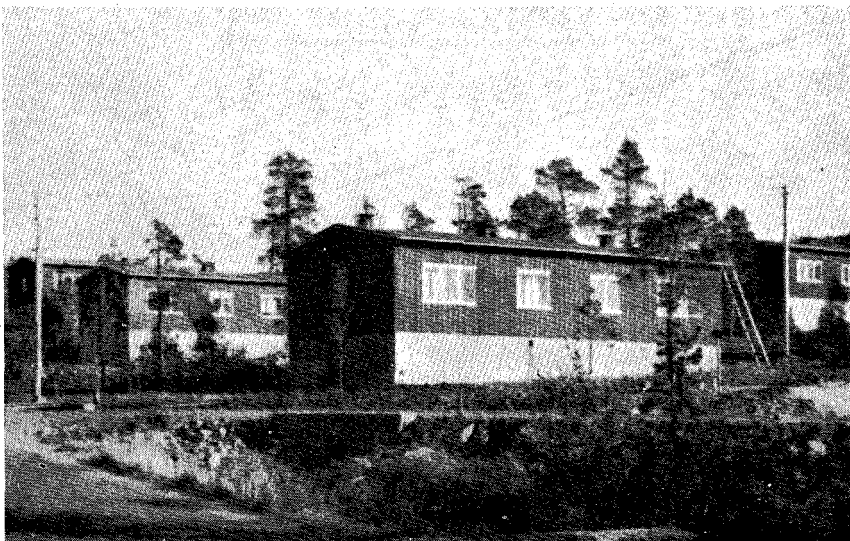


Fig. 23.

loppsledningar samt elektrisk spis. Hela husgruppen anslöts till den stora värmecentralen med ett system av fjärrledningar för värmecirkulationen, vilken fungerade klanderfritt trots att den centrala värmeförsörjningen var utsträckt över ett 400×600 m stort område. För undvikande av långa varmvattenledningar från värmecentralen, alstrades varmvattnet i elektriska boilers i huskällaren, varifrån korta ledningar drogs till kök och tvätt-rum.

Den kroniska tegelbristen i Petsamo framtvängde hustyper med en minimal tegelåtgång. Villorna grundades på betongsocklar med källare endast under en del av huset. Bostadsvåningen byggdes med användning av 25 cm lättbetongtegel i väggarna, som rappades och målades på inre sidan och brädförades på yttre sidan. Denna väggkonstruktion var mycket varm, lämnade en ren och hygienisk yta inåt lokalen och ett trevligt utseende åt huset utåt. Ett antal hus med träväggar på resvirke byggdes även, men erfarenheterna av dessa hus såväl i kostnads- som trevnadshänseende gävo de förra företräderna.

Av denna orsak baserades även 1944 års bostadsproduktion på uppförandet av lättbetonghus, av vilka sammanlagt 30 st. 2-familjs-

hus med lokaler om 3 rum och kök skulle byggas. Även denna husgrupp var avsedd att anslutas till den tidigare byggda värmecentralen, som för detta ändamål försågs med nya varmvattenpannor, så att dess kapacitet numera uppgick till en effekt om 5 milj. kcal/h.

Som ett led att specialisera bolagets till mångsyssleri tenderande verksamhet i enbart produktionsbefrämjande riktning, hade största delen av bostadsproduktionen under de två senaste åren anförtrots en privat byggnadsfirma, varigenom bostadbygandet kom att administreras fristående från bolagets övriga arbeten.

Avslutning.

Såsom av det föregående framgår hade malmfyndigheterna i Petsamo framkallat en industriell och social byggnadsverksamhet av betydande omfattning, som trots kriget fortsatte sin organiska utveckling på vitt skilda områden. Genom vapenstilleståndsfördraget i september 1944 avbröts denna verksamhet då personalen i samband med norra Finlands evakuering på några få dagar till hundra procent lämnade gruvstaden Kolosjoki för att återvända söderut.

Genom vapenstilleståndsfördra-

Kaulatunturin nikkelimalmiin käsittely Petsamon Nikkeli O.Y:n sulimossa.

Dipl. ins. P. ENSIÖ.

Lyhyt historia.

Kuten tunnettua tehtiin kesäkuun 22 p:nä 1934 englantilaisen suuryhtiön Mond Nickel Companyn ja Suomen valtion välillä konsessiosopimus koskien jo aiemmin löydettyä nikkelimalmi-esiintymää Petsamossa. Aluksi oli tarkoitus ryhtyä vain kaivostoimintaan ja kuljettaa louhittu malmi rautateitse Jäämeren rannalle ja sieltä edelleen Amerikkaan jalostettavaksi. Ajatus oman sulimon rakentamisesta Kolosjoelle heräsi kuitenkin kun todettiin, että rakentamalla voimalaitos Paatsjoen Jänikoskeen voitiin saada melko halpaa vesivoimaa. Periaatteellinen päätös tässä asiassa tehtiin syyskuussa 1937, jonka jälkeen suunnittelutyöt välittömästi aloitettiin. Se, että sulatusmenetelmää valittaessa päädyttiin sähkösulatukseen, johtui mahdollisuudesta saada halpaa sähkövoimaa sekä osataan myös niistä suotuisista tuloksista, joita oli saavutettu Outokumpu OY:n kuparitehtaalla Imatralla. Ratkaisevasti vaikutti asiaan Mond Nickel Co:n johtaja mr Pam, joka amerikkalaisesta

get har Petsamo jämte anläggningarna i Kolosjoki avträts till Ryssland, som militärt besatte området kort därpå, varvid de retirerande tyska trupperna dock i stor utsträckning hunno demolera såväl industrieanläggningar som bostäder. En utvinning av nickel i Petsamo torde därför icke inom den närmaste tiden vara möjlig utan en synnerligen omfattande återuppbyggnadsverksamhet.

vastuksesta huolimatta ajoi läpi sähkösulatusmenetelmän valitsemisen. Suunnitelmat ja piirustukset tehtiin International Nickel Co:n päämetallurgin mr Peek'in sekä Copper Cliff'in silloisen yli-insinöörin mr Sheridan'in johdolla käyttäen apuna koko Incon laajaa koneistoa, yhtiön monissa eri sulimoissa saatuja vuosikymmenisiä kokemuksia, sekä parhaita asiantuntijoita kummaltakin puolen Atlantian. Sähköuunin suunnitteli Birmingham Electric Furnace Co yhteistyössä erään amerikkalaisen toiminimen kanssa käyttäen lisäksi elektrodikysymyksissä apuna toiminimeä Det Norske A/S for Elektrokemisk Industri. Suunnitelmat tehtiin erikoisella huolella ja tarkoituksena oli rakentaa oikea mallisulimo.

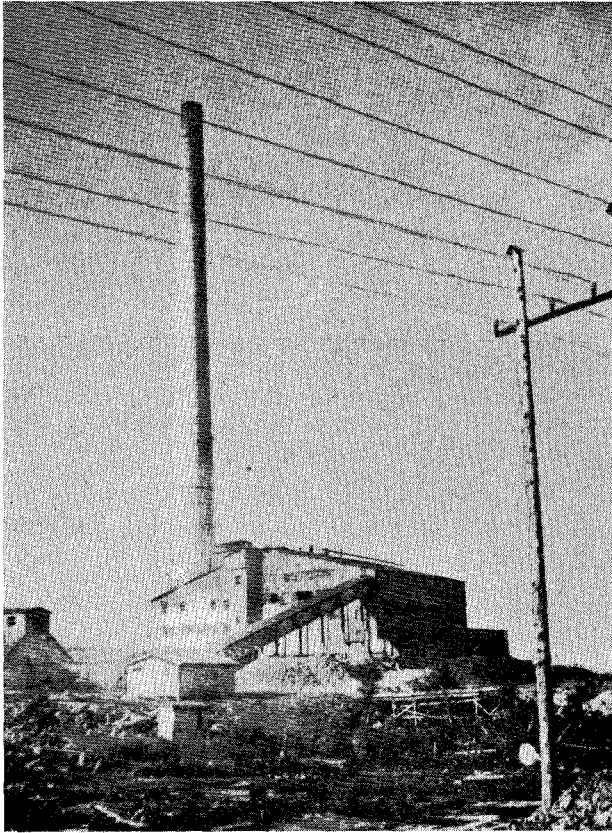
Suunnitelmien valmistuttua ja piirustusten saavuttua Suomeen aloitettiin sulimon rakennustyöt Kolosjoella keväällä 1939. Yhtiön johtajana toimi tällöin vanha kokenut metallurgi, Copper Cliff'in sulimoiden entinen apulaisjohtaja mr Simcox. Työt edistyivät hyvin ja sodan puhjetessa oli sulimon osalta suurin osa varsinaisista rakennustöistä saatu suoritettua. Talvisodan ajaksi keskeytyneet työt päästiin kunnolla alkamaan uudelleen vasta vuoden 1941 alussa ja professori Barth Teknisestä Korkeakoulusta palkattiin tällöin neuvonantajaksi metallurgisissa kysymyksissä. Erittäin vaikeissa oloissa suoritettavat rakennustyöt, joita saksalaiset huomattavasti tukivat toimituksillaan, valmistuivat elokuussa 1942 niin pitkälle, että ensimmäisen uunin käyntiinpano

voitiin aloittaa. Odotusten mukaisesti jouduttiin alussa monien vaikeasti ratkaistavien kysymysten eteen, joista pahin oli uunin pohjan nopea syöpyminen. Asia herätti Saksassa vallitsevan kii-reellisen nikkelitarpeen takia siellä ansaitsemattoman suurta huomiota. Ehdottivatpa eräät asiantuntijat jo uunin purettavaksi ja sen tilalle rakennettavaksi kaksi pienempää pyöreää sähköuunia. Vähitellen löytyi kuitenkin oikea ratkaisu, uuni alkoi kestää, konverttityö voitiin aloittaa ja tuotanto pääsi vauhtiin vuoden 1943 tammi-kuussa. Professori Barth'in tultua kutsutuksi hoitamaan varsinaista tointaan Helsingissä, tuli hänen tilalleen tohtori Schubard IG Farbenindustri'sta sekä vähän myöhemmin insinööri Höfer Norddeutsche Affineri'sta. Kun toinenkin uuni nyt suuremmitta vaikeuksista oli saatu käyntiin heinäkuussa, päästiin vähitellen täyteen tuotantoon. Vuoden 1944 huhtikuusta alkaen toimi sulimo yksinomaan suomalaisin voimin, kunnes se aselevon solmimisen jälkeen 12 p:nä syyskuuta seisomaan pantuna, mutta muutoin täysin kunnossa oli jätettävä. (Kuva 1).

Esittely.

Raakamalmin murskaus ja metallurginen käsittely sekä lopputuotteen, nikkeli-rikkaan hienokiven, valmistus, joka periaatteessa ilmenee oheisesta kaaviokuvasta, tapahtui pääpiirteissään seuraavasti: (Kuva 2).

Kaivoksesta tuleva malmi, päivittäin 700—1200 tonniin, ajet-



Kuva 1.

tiin suurissa 5 tonnin vetoisissa erikoisvaunuissa kaatolaitokseen. Kaataminen tapahtui siten, että junan vaunut toisensa jälkeen kytkeytyivät paineilmasylinterien avulla käännettävään rumpuun, joka kääntyessään kaatoi vaunun pöyrineen pävineen kytkinkohdan kiertyessä paikallaan. Junan siirtämisen asteettain eteenpäin suorittivat paineilmapuskurit. Ohjaus tapahtui paineilmaventtiilien avulla keskuksesta, joten koko kaatolaitoksen hoitoon tarvittiin vain

yksi henkilö kaatonopeuden ollessa 80 tonnia tunnissa.

Kaatolaitoksen alla olevaan 25 tonnin vetoiseen taskuun pudonnut malmi joutui säädettävällä nopeudella varustetun rullasyötätjän avulla suurelle noin metrin levyiselle ja 60 metrin pituiselle kumiselle kuljetushihnalle vietäväksi edelleen murskaamorakennuksen ylätasolle.

Saapuva malmi oli lohkaresuuruudeltaan melko epätasaista ja vaihtelevaa sisältäen ajoittain toi

saalta hienoa lietettä ja toisaalta suuria aina 35 sm läpimittaisia lohkeita, kosteuspitoisuuden vaihdella 0,5—5 %.

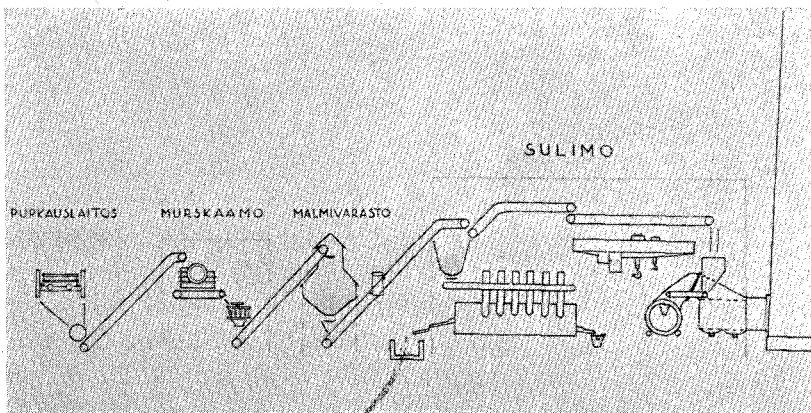
Murskaus tapahtui kahdessa vaiheessa ensin 50 ja sitten 10 mm murskaaja-aukoin, murskaustehon ollessa tällöin 80 tonnia tunnissa. Karkeamurskaus suoritettiin amerikkalaisella »Traylor» leukamurskaajalla ja hienomurskaus Morgårdshammar'in 5 1/3 jalan kartiomurskaajalla. Murskaajat olivat siten sijoitetut, että kuljetus leukamurskaajalta kartiomurskaajalle voi tapahtua vaakasuoran kuljetushihnan avulla. Murskaajien väliin oli sijoitettu täryseula, jonka tehtävänä oli estää hienon vahingollisen malmin pääsy kartiomurskaajaan.

Kartiomurskaajasta putosi murskattu malmi kuljetushihnalle, joka vei sen malmivarastorakennuksen yläkertaan. Malmivarasto käsitti 6 taskua yhteensä 2200 m³, joista yksi oli varattu konverttoripuhalluksessa tarvittavaa kvartsihiekkää varten ja yksi sulimon välituotteita varten, joten varsinaiseen malmin varastointiin jäi 1600 m³ vastaten 3400 tonnia murskattua malmia.

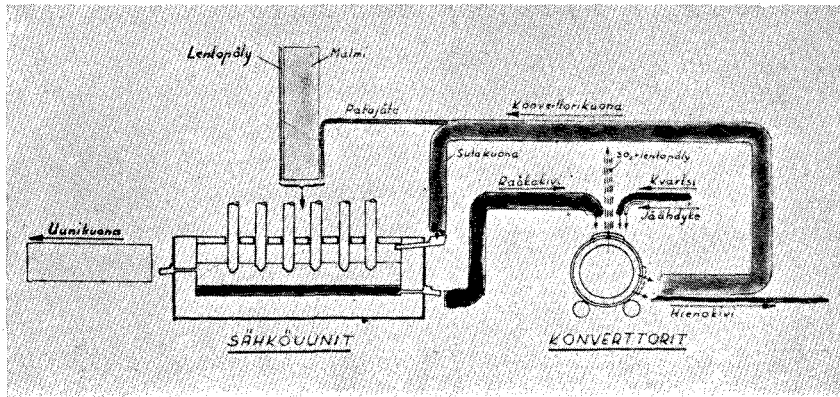
Sulimosta tulevat välituotteet lastattiin siellä vaunuihin, minkä jälkeen ne kulkivat samaa tietä kuin varsinainen malmin malmivarastoon.

Samaa tietä kulki myöskin kvartsihiekkä, joka kuitenkin ensin oli autoilla ajettava paikalle 7 km päässä sijaitsevasta hiekkakuopasta.

Malmivarastojen taskujen pohjoissa olevista aukoista laskettiin malmi koneelliselle näytteenottolaitteelle vievälle vaakasuoralle kuljetushihnalle. Näytteenottolaitteelta kulki malmi edelleen 120 m pituisen kuljetushihnan avulla sulimorakennuksen yläkerrassa oleviin 300 tonnin vetoisiin välitasakuihin sieltä edelleen syötettäväksi sähköuuneihin. Syötön punitus tapahtui viimeksimainitun



Kuva 2.



Kuva 3.

kuljetinhinnan yhteyteen sijoitetun hihnavaa'an avulla.

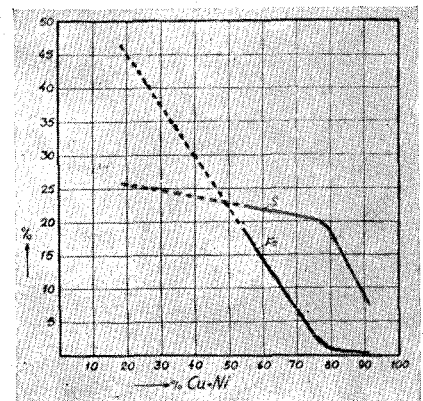
Malmin sulatus tapahtui kahdessa samanlaisessa suunnikkaanmuotoisessa, kuudella Söderberg-elektrodilla varustetussa, holvilla katetussa sähköuunissa. (Kuva 3). Yhden uunin ottama teho oli 12.000 KW ja pystyi se silloin sulattamaan 300—350 tonniin malmin vuorokaudessa. Uunien toiminta oli täysin jatkuvaa ja keskeytyi vain mahdollisten häiriöiden sattuessa. Korkean lämpötilan ja malmin eri aineosien ominaispainoeroavaisuuksien vaikutuksesta muodostui uuniin malmin sulaessa kaksi kerrosta. Raskaampi sulfidisula eli »raakakivi» laskeutui uunin pohjalle keveämmän silikaattisulan eli »kuonan» jäädessä pinnalle. Syntynyt raakakivi sisälsi pääasiallisesti malmin arvokkaat metallit sekä osan rautaa sulfideina sen nikkelpitoisuuden ollessa keskim. 12 %. Koska mitään reaktioita ei suuremmassa määrin uunissa tapahtunut, oli siis koko sähköuunisulatus oikeastaan vain sulatustietä tapahtuvaa malmin rikastusta, jossa malmin 3,5 % nikkelpitoisuus saatiin nousemaan 12 %. Syntynyt kuona oli kokoonpantu raudan, kalssiumin, magnesiumin ja alumiiniumin eri silikaateista ja sisälsi vain vähäisessä määrin arvokkaita metalleja, joten se laskettiin jatkuvana sulana virtana ulos uunin toisessa päässä olevista kuonanlaskuaukoista, granuloiitiin ja joutui senjälkeen veden kuljettamana tunturin kupeelle.

Uunin toisessa päässä tapahtui joka toinen tunti raakakiven lasku muurattuihin 8 tonnin vetoisiin valuteräksisiin patoihin, jotka täytyttyään kaadettiin jouksunosturin avulla pienempään pyörivään uuniin »konverttoriin» edelleen ja -lostettavaksi.

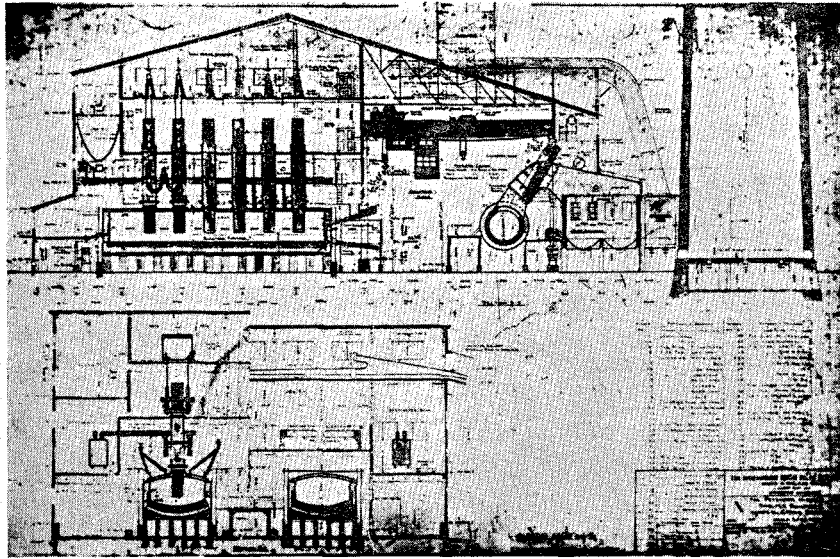
Konverttoripuhallus tapahtui kahdella vuorotellen toimivalla konverttorilla, puhallusilmamäärän ollessa 400—600 Nm³ minuutissa. Kun konverttori oli täytetty 80 tonnilla raakakiveä, käännettiin se puhallusasentoon jolloin ilma-suulakkeet joutuivat sulan raakakiven pinnan alle. Tällöin paloi konverttoriin puhallettavan ilman vaikutuksesta raakakivessä oleva rauta rautaoksiidiksi synnyttäen samalla voimakkaasti lämpöä ja kun samanaikaisesti lisättiin pihappoa kvartsihiekan muodossa, syntyi sulaa kuonaa, pääasiallisesti rautasilikaattia, joka nousi pinnalle ja voitiin puhalluksen loputtua kaataa pois konverttorista. Melko korkean nikkelpitoisuutensa takia toimitettiin tämä »konverttorikuona» sulana takaisin sähköuuniin. Kun kuona oli poistettu, lisättiin vastaava määrä raakakiveä ja puhallettiin jälleen. Tätä jatkettiin niin, että kun 200—300 tonnia raakakiveä oli otettu konverttoriin oli rautapitoisuus laskenut 5 % ja nikkelpitoisuus vastavasti noussut 50 %. Tämän jälkeen lopetettiin uuden raakakiven otto ja puhallusta jatkettiin kunnes rauta oli tyystin palanut ja siirtynyt kuonaan. Kun puhallus-

lusta edelleen jatkettiin, nyt lisäämättä hiekkaa, alkoi rikin palaminen rikkidioksidiksi, mikä kaasuna poistui konverttorista. Rikistä voitiin täten poistaa vain osa, sillä rikkipitoisuuden laskiessa alkoivat myöskin nikkeli ja kupari palaa, mitä luonnollisesti oli vältettävä. Tavallisimmin puhallettiin rikkipitoisuus 8 %, joka oli edullisin raja myöhemmin muualla tapahtuvaa puhtaan nikkelimetallin valmistusta silmälläpitäen. Tällöin olikin puhallus valmis ja saatu lopputuote »hienokivi» joko valettiin harkoiksi tai granuloiitiin. Konverttorin tyhjennyttyä aloitettiin jälleen täyttö ja puhallus kuten edellä on kuvattu. Konverttorityö tapahtui siis periodittain, kunkin periodin kestäessä 15—20 tuntia. Hienokivi, jonka kokoomus hieman vaihteli sisälsi keskim. 58 % nikkeliä, 32 % kuparia sekä 8 % rikkiä. (Kuva 4).

Valetun hienokiven erittäin vaikean murskattavuuden takia oli pyrkimyksenä koko tuotannon granuloinen. Tämä vaikea tehtävä saatiinkin monien kokeilujen jälkeen ratkaistuksi ja lopullinen granuloinen valmistus valmistui juuri ennen koko toiminnan lopettamista. Granuloitu rakeinen hienokivi oli tarkoitus puutynnyreihin pakattuna lähettää markkinoille. Tynnyritehdas, pakkaamo ja varastot olivatkin tätä tarkoitusta varten jo valmiina, kuivaamon ja mekaanisen näytteenottolaitoksen ollessa vielä työn alaisena.



Kuva 4.



Kuva 5.

Eräitä mieleenkiintoisia yksityiskohtia.

Käytyämme edellä pääpiirteisään läpi raakamalmin metallurgisen käsittelyn sekä hienokiven valmistuksen, voimme siirtyä lähemmin tarkastelemaan eri laitteita ja metallurgisia tapahtumia kiinnittäen päähuomion ammattimiehen kannalta mieleenkiintoisiin tapauksiin.

S ä h k ö u u n i t.

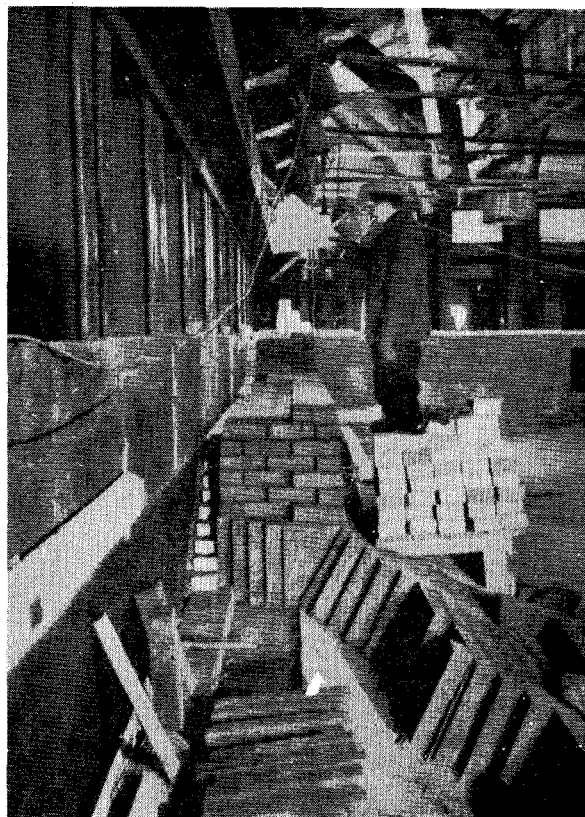
Tällöin ovat ensisijalla sähköuunit, jotka olivat ensimmäiset ja suurimmat laatuaan maailmassa. Amerikkalaiset halusivat kokeilla nikkelimalmin sulatusta sähköuunissa ja tuntien suunnikkaanmuotoisen pitkän lieskauunin edut tekivät sen yksinkertaisesti sijoittamalla tällaiseen uuniin kuusi elektrodia. Kokeilu oli melko rohkea ja kohtasi se suunnitteluvaiheen aikana ankaraa arvostelua ja sai osakseen vahvoja epäilyjä silloisen sähköuunien erikoisfirman norjalaisen »Elektrokemisk'in» taholta.

Uunit, joidenka sijoitus sulimorakennuksessa ilmenee oheisista piirustuksista, olivat rakennetut, pohjan jäädytystä silmälläpitäen kokonaan betonipilarien varaan. (Kuva 5). Yhdeksäänkymmeneen pilariin tuettujen I-palkkien varaan oli asetettu vierekkäin vierekkäin

tyrsivoilla varustettuja valurautalevyjä. Varsinainen uuni oli muurattu valurautalevyjen varaan valetun betonilaatan päälle. Uuni oli sisältä 21,5 m pitkä ja 5,5 m leveä seinävahvuuden ollessa 690 mm. Pohja oli hieman holvattu ja muurattu kahdesta 380 mm kiilakivikerroksesta. Koko varsinainen uuni, 1,7 m korkeudelle

pohjasta, oli rakennettu Radex-A materiaalista, ylempään osaan uunista holvi mukaaluettuna ollessa tavallista shamottia. Uuniin oli käytetty kaikkiaan n. 50,000 kpl vastaten 430 tonnia Radex-A tiiliä mistä noin puolet muoto- ja puolet normaalitiiliä. Vaarallisimmat kohdat, päätyjen ja sivuseinien sekä pohjan ja sivuseinien yhtymäkohdat olivat muuratut erikoisella huolella käyttäen suuria muototiiliä. Kivireikiä oli kolme ja sijaitsivat ne uunin toisessa päädyssä pohjan korkeudella. Ne olivat muuratut suurista muototiilistä, jotka olivat varustetut valmiilla 60 mm läpimittaisella reiällä. Molemmat kuonareiat olivat uunin toisessa päädyssä 1,1 metrin korkeudella pohjasta. Eri paikkoihin uunin pohjaan ja sivuseiniin oli sijoitettu 15 pyrometriä lämpötilan vaihteluiden seuraamista varten. (Kuva 6).

Uunit olivat erittäin voimakkaasti armeeratut erillisten betoni pilarien varassa seisovien sekä uunin pituus- ja poikkisuuntaan kul-



Kuva 6.

kevien 12 tuuman I-palkkiparien avulla. Uunin ylitse ja alitse kulkevat jousilla varustetut teräsvantit sitoivat sivuilla olevat pystypalkit toisiinsa. Kivenlaskuaukkojen puoleinen pääty oli lisäksi varustettu vedellä jäähdettävillä teräslevyillä sekä kuonanlaskuaukkojen puoleinen pääty valurautalevyillä. Päädyt olivat myös yhdistetyt toisiinsa pitkien jousilla varustettujen teräsvanttien avulla. Tällainen rakennustapa antoi uunille mahdollisuuden vapaasti liikua, kuitenkin niin, että jousien avulla voitiin sen laajenemista hylitä ja sipistumista auttaa aina tarpeen vaatiessa. Yleensä pyrittiin käyttämään koko jousivoimaa samalla kuitenkin huolehtien, että pieni pelivara aina oli olemassa.

Sähkövirran johtivat uuniin kuusi 1050 mm läpimittaista Söderberg elektrodia, joita parittain syöttivät kolme uunin välittömässä läheisyydessä, erillisessä muuntajahuoneessa sijaitsevaa, yksivaihemuuntajaa. Muuntajien yhteinen nimellisteho oli 12.000 KVA ja olivat ne varustetut käänikytkimillä jännitteen säätöä varten. Elektrodien nosto ja lasku kuten kaikki muukin säätötoiminta oli keskitetty ohjaamoon, missä sijaitsivat myös kaikki mittarit, kytkimet ja muut tarpeelliset sähkölaitteet. Ohjaamo oli sijoitettu siten, uunien väliin, että kummankin uunin holvit elektrodineen olivat sieltä selvästi nähtävissä.

Malmin syöttöä varten uuniin oli holvissa kummallakin sivulla aivan pystyseiniä kohdalla 13 ja keskemällä 6 syöttöaukkoa. Raapakuljettimien ennenmainitusta välitaskusta, pitkin uunin sivuilla kulkevia rännejä, tuoma malmi putosi syöttötorveen ja laskettiin sieltä tarpeen vaatiessa uuniin. Yleensä pyrittiin syöttämään vain sivuaukoista, koska niistä syötetty malmi suojasi sivuseiniä estäen niitä syöpmästä.

Konverttoreista tuleva kuona palautettiin uuniin kivenlaskuau-

kon puoleisen päädyn läpi kulkevaa ränniä myöten.

Uunissa syntyvä vesihöyry sekä rikkidioksidipitoiset kaasut poistuivat savupiippuun kahden 700 mm läpimittaisen lähelle uunin päätyjä sijoitetun poistokanaalin kautta.

Nikkelimalmin sulatus edelläesitettyssä uunissa osoittautui sekä metallurgisesti että sähköisesti melko vaikeaksi tehtäväksi ja vasta pitkäaikaisten kokeilujen ja osittain ikävienkin kokemusten jälkeen päästiin täysin tyydyttäviin tuloksiin.

Metallurgisessa mielessä suurimpana vaikeutena oli malmin kookomuksen jatkuva ja melko nopea vaihtelevuus. Kaivoksesta tuleva malmi oli sulatettava minkälaista se sitten olikin ja kun ei mitään lisäaineita ollut saatavissa muodostuivat uunissa syntyvät kuona ja raakakivi kokoomukseltaan ja ominaisuuksiltaan aina kulloinkin sulatettavan malmin mukaan.

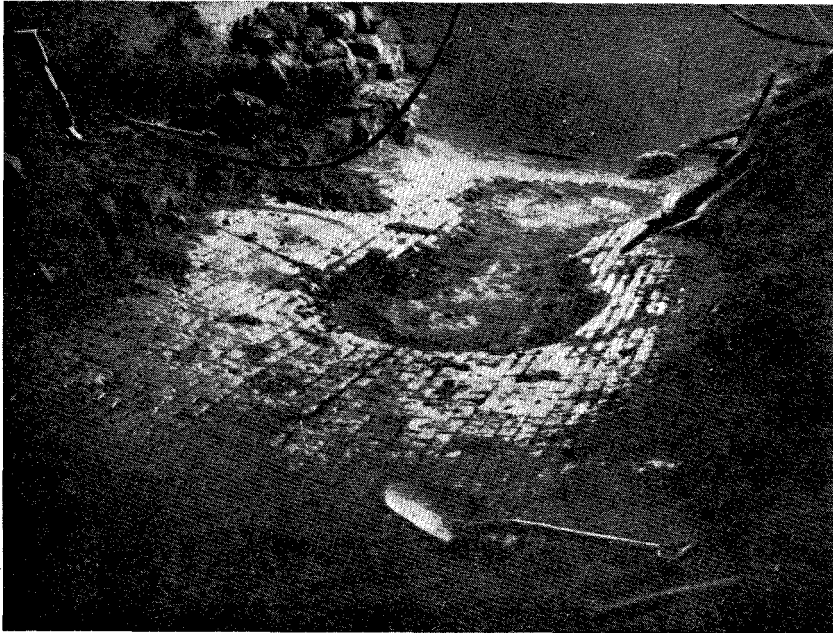
Uunikuonan ominaisuuksiin haitallisimmin vaikuttavaa oli magnesiumsilikaattien osuuden kasvaminen malmin silikaattimassassa. Kuonan MgO-pitoisuus voi tällöin nousta normaalista 12 % aina 25 %, kuonan muuttuessa paksuksi ja erittäin vaikealiikkeiseksi. Kuonareikien umpeenmenon ehkäisemiseksi oli lämpötilaa uunissa korotettava vähentämällä syöttöä. Koko uunin käynti muuttui huonoksi ja kuonan lämpötila nousi normaalista 1330 asteesta aina 1450 asteeseen asti. Siitä huolimatta oli kuonan juoksevaisuus huono, sen Ni-pitoisuus korkea ja oli siinä selvästi havaittavissa pieniä hernemäisiä sulamattomia jyväsia, todennäköisesti spinellejä.

Raakakiven ominaisuuksiin haitallisimmin vaikuttavaa oli nikkel- ja kuparisulfidien osuuden laskeminen malmin sulfidimassassa. Raakakiven yhteenlaskettu Ni- ja Cu-pitoisuus voi tällöin laskea normaalista 18 % aina 10 %, raakakiven jo ennestäänkin suuren aggressiivisuuden kasvaessa tavattomasti

Raakakiven ikävät ominaisuudet aggressiivisuus ja herkkäliikkeisyys kasvoivat aina nopeasti kiven köyhtyessä ja muodosti 12—14 %:ssa, yhtäpitävästi amerikkalaisten kokemusten kanssa sen rajan, jonka alle mentäessä työskentely ajamittaan kävi mahdottomaksi. Tällainen köyhä raakakivi oli niin herkkäliikkeistä ja kaikkea materiaalia syövyttävää, että se ei pysynyt uunissa, sitä ei kivireiän kautta pystynyt laskemaan uunista eikä sitä myöskään pystynyt puhaltamaan konverttorissa. Esimerkkinä mainittakoon, että keran n. 12 % raakakiveä puhallettaessa konverttorin hormiseinä 20 tunnissa syöpyi 14 sm.

Koska uunissa sulatetun malmin kokonaismäärä pysyi samana, vaihteli syntyvä raakakivi kokoomuksensa lisäksi myös määrältään n. 200—350 tonniin vuorokaudessa aina sen mukaan kuinka paljon sulfideja yhteensä sulatettava malmi kulloinkin sisälsi. Tämä vaikeutti osaltaan huomattavasti konverttorityötä.

Uunin toimiessa hyvin oli siinä kiveä 40—50 sm ja kuonaa 80—110 sm. Tällöin kulki sähkövirta pääasiassa kuonassa ja malmin sulaminen tapahtui melko laajassa elektrodiparien väliin ja sivuille muodostuvassa varsinaisessa sulatusvyöhykkeessä, mikäli jännitettä elektrodien välillä pidetään kyllin korkeana. Yleensä pyrittiin ajamaan korkealla jännitteellä koska loistehokin silloin oli pienempi, mutta liian korkealle ei kuitenkaan voitu mennä koska silloin syntyi uunissa valokaaria ja kuoritus muuttui epätasaiseksi. Aikaisempi ajotapa käyttäen matalampaa jännitettä sekä vain noin 50—70 sm kuonaakerrosta uunissa osoittautui hyvin tuhoisaksi. Sähkövirta joutui kulkemaan raakakiven kautta ja elektrodynaamisen voimien vaikutuksesta joutui elektrodien alla oleva kuuma kivi voimakkaaseen liikkeeseen, joka lyhyessä ajassa syövytti uunin pohjan elektrodiparien alta. Uuni oli



Kuva 7.

laskettava tyhjiin ja sen pohja purettava ja muurattava uudelleen. Puolittain sattumalta löytyi oikea ajotapa uunia uudelleen käyntiin pantaessa sattuneen pohjan vuotamisen ansiosta. (Kuva 7).

Uunin toimiessa hyvin oli uunin pinta melko musta ja vain siellä täällä uunissa näkyi sulia kohtia uuden malmin hiljalleen valuessa seiniltä varsinaiseen sulatusvyöhykkeeseen. Yleensä pysyivät kuona- ja kivimitat tasoissa pitkän uunin pituutta, mutta joskus syötön ollessa liian suuren ja uunin liian täyden voi uunissa syntyä väliseiniä, jotka estivät kiven vapaasti liikkumasta. Tällöin kokoontui kivi kuonapäähän ja pyrki tarpeeksi korkealle noustuaan tunkeutumaan ulos kuonan mukana. Varsinkin malmin ollessa kosteata juuttui se kiinni uunin seinämiin, muodostaen suuria kameja ja estäen uuden malmin pääsemästä sulatusvyöhykkeeseen. Uunissa oleva sula massa kuumeni silloin kuumenemistaan eikä uuni syönyt mitään. Sulana uuniin kaadettava konverttorikuona sekaantui hyvin uunikuonaan ja siinä oleva magnetiitti reagoi korkeasta lämpötilasta johtuen voimakkaasti rikkidioksidia kehittäen uunissa olevien sulfidien kanssa.

Kuonan lasku suoritettiin sen suuren määrän sekä huonon juoksevaisuuden takia jatkuvasti vuorotellen kummastakin kuonareikästä. Kuljetus granuloinnin jälkeen tapahtui yksinomaan veden avulla pitkin maahan kaivettua ojaa n. 300 m matkan, mistä kuona itsestään hakeutui eteenpäin tunturin kaltevaa rinnettä myöten. Tämä ratkaisu osoittautui monien kokeilujen jälkeen parhaaksi yksinkertaisuutensa ja varmuutensa takia. Vesimäärän ollessa riittävän 12—15 litraa kuonakiloa kohden olivat kaikki varalle rakennetut raappauslaitteet tarpeettomat.

Kiven lasku oli vaikeasti ratkaistava kysymys, koska osoittautui ettei mikään metallisuokappale kestänyt montakaan minuuttia raakakiven syövyttävää vaikutusta. Ensimmäinen vedellä jäähdytetty pronssinen suokappale puhkesi parissa minuutissa aiheuttaen parinsadan tonnin suuruisen raakakivimäärän purkautumisen syntyneen aukon kautta sulimon lattialle. Lopuksi päädyttiin Lokomon tulenkestävästä teräksestä tehtyyn pitimeen kiristettyyn 30 mm reiällä varustettuun magnesiittisuokappaleeseen. Suokappaleen alusta tammattiin, suokappale kiristettiin paikoilleen ja ränni muurattiin

niin, ettei raakakivi missään kohdassa päässyt kosketuksiin metallin kanssa. Tällaisella suokappaleella voitiin suorittaa 20—30 laskua, minkä jälkeen sekin oli niin kulunut, että se oli vaihdettava. Rännien muurauksesta luovuttiin myöhemmin ja siirryttiin nopeampaan ja halvempaan tamppaukseen magnesiittitampausmassalla.

Raskaita nostoja ja kuljetuksia varten oli sulimohallissa vain yksi 10 ja 40 tonnin nostokoukuilla varustettu nosturi. Tämä amerikkalainen Morgan-nosturi oli kuitenkin niin erinomaisen lujasti rakennettu ja käyttövarma, että se ylikuormituksesta ja lyhyistä korjausajoista huolimatta ei aiheuttanut kertakaan suurempaa tuotantoon vaikuttanutta käyttöhäiriötä.

Konverttorit.

Konverttorien sijoitus sulimohallirakennuksessa ilmenee oheisista piirustuksista. (Kuva 5). Ne olivat amerikkalaista standardityyppiä »pieni 13' Pierce Smith» ja oli toinen niistä tuotu valmiina osina Amerikasta. Huolimatta amerikkalaisesta nimityksestä »pieni» olivat ne suurimmat Euroopassa ja teholtaan n. kolme kertaa Saksan suurimman Mansfeld'issa 1943 valmistuneen kuparikonverttorin suuruiset.

Konverttorin 1½" paksun teräs-vaipan ulkohalkaisija oli 4,0 m ja koko konverttorin pituus 8,5 m. Helposti irroitettavat armeeratut päädyt olivat jousilla kiristetyt muurausta vasten antaen sille täten mahdollisuuden laajeta. 2,2 m läpimittainen pyöreä suuaukko oli varustettu valuteräksisellä suoja-huulella. Toiseen päätyseinään hieman sen keskion yläpuolelle oli sijoitettu »Gar gun» kvartsihiekan puhaltamista varten konverttoriin. Hormit lukumäärältään 48, olivat kiristetyt kiinni konverttorin teräs-vaippaan ja yhdistetyt lyhyillä putkikappaleilla kumitiivisteitä käyttäen isoon ilmaputkeen. Hormiputkien läpimitta oli 2" ja hor-

mikulma 10°. Kiskojen varassa yläviistoon nouseva tasapainostettu kaasuhattu oli sisältä vuorattu löysästi kiinnitetyillä valurautalevyillä. Hatun saveaminen suoritettiin paineilmalla toimivalla savi-ruiskulla, joka osoittautui erittäin käytännölliseksi. Kummankin konverttorin kaasuhattu avautui suoraan 250 m³ suuruiseen pölykammioon, jotka yhtyivät laajaksi savupiippuun johtavaksi kanaaliksi. 153 m korkuisen alhaalta 11.6 m läpimittaisen savupiipun alaosa toimi lisäksi viimeisenä pölykammiona, joka tyhjennettiin sen pohjassa olevien aukkojen kautta.

Konverttorin kääntö samoin kuin hatun nosto ja laskukin tapahtui tasavirtamoottorien avulla. Mahdollisen virran katkeamisen tai puhallusilman loppumisen varalle olivat moottorit varustetut automatiikalla hatun nostoa ja konverttorin varmuusasentoon kääntöä varten. Nämä aluksi hieman epäilyjä herättäneet laitteet osoittautuivat ajanmittaan, kun tarpeellinen kokemus oli saavutettu, melko hyviksi ja luotettaviksi pelastaen monta uhkaavalta näytännystä tilannetta.

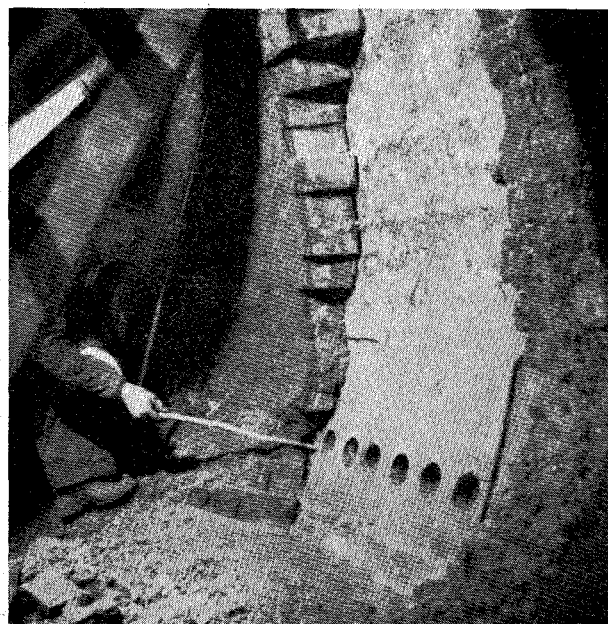
Kolme Brown Boveri turbo-kompressoria, teholtaan 630 Nm³ 1,05 yik paineista puhallusilmaa minuutissa, olivat sijoitetut erilleen sulimorakennuksesta voimaseaman yhteyteen. Puhallusilma johdettiin sulimoon 1000 mm läpimittaista 220 m pitkää pylväiden varaan rakennettua putkea myöten.

Lähinnä raakakiven suuresta aggressiivisuudesta johtuvan konverttorimuurauksen nopean kulumisen takia, jouduttiin kokeilemaan kaikkia saatavissa olleita emäksisiä tiilimateriaaleja sekä erilaisia muuraustapoja. Radex-A tiilet osoittautuivat kestävämmiksi kiven kuluttavaa vaikutusta vastaan, mikä oli odotettavissakin niiden melko matalien lujuusominaisuuksien takia. Tavallinen magnesiitti kesti huomattavasti enemmän ja Ankrit-materiaali kaikista parhai-

ten, joskin se alkulämmityksessä vaati suurta huolellisuutta ja varovaisuutta huonon lämmönvaihtelukestävyytensä takia. Suuaukossa osoittautui Radex-A parhaimmaksi. Radex-E materiaalia, kromioksidipitoista magnesiittia, ei valittavasti ehditty kokeilla, sillä lähetys sitä oli vasta matkalla toiminnan keskeytyessä. Kaikenlaisen lämpöeristyksen käyttäminen hormiseinän ja vaipan välillä, osoittautui tuhoisaksi, aiheuttaen tarpeellisen jäädytyksen puutteessa, seinien nopean kulumisen. Myöskin hormiseinän muuraaminen kahdesta tiilikerroksesta tai pienistä tiilistä antoi huonoja tuloksia. Parhaaksi ja taloudellisimmaksi osoittautui suurien yksimittaisen 30—40 sm pitkien kiilatiilien muuraaminen suoraan teräsvaippaa vastaan. Hyviä tuloksia antoi myös laajenemissaumojen käyttäminen korjausmuurauksessakin. Hiilipuhaltimen käyttäminen alkulämmityksen sekä seisakkien aikana osoittautui erittäin sopivaksi keinoksi tasaisen hitaan lämmön nousun aikaansaamiseksi.

Vielä ratkaisevammin kuin tiilimateriaali ja muuraustapa, vaikutti konverttorimuurauksen kesto aikaan se tapa miten itse konverttorityö suoritettiin. Osoittau-

tui, että syövytysvaikutus pieneen eksponentiaalikäyrän mukaan puhallettavan kiven rautapitoisuuden laskiessa. Koska raakakiven rautapitoisuus vaihteli 40—60 % ja konverttorissa puolestaan aina oli oltava määrätty minimimäärä sulaa, jotta puhallus olisi käynyt päinsä, ei jäänyt muuta keinoa kuin rikastuttaa heti aluksi konverttoriin tuleva raakakivi jättämällä sinne tarpeellinen määrä edellisessä puhalluksessa valmistunutta hienokiveä. Käytännössä osoittautui sopivimmaksi jättää niin paljon hienokiveä konverttoriin, että rautapitoisuus ensimmäisen puhalluksen jälkeen ei noussut yli 18 %. Raakakiven ollessa erittäin köyhää jouduttiin konverttoriin täten joskus jättämään jopa 1/3 valmistuneesta erästä. Konverttorimuurauksen kesto aika saatiin täten menetellen kasvamaan jopa kaksinkertaiseksi. (Kuva 8). Hienokiven puhaltaminen valmiiksi, vaadittuun rikkipitoisuuteen 7,6—8,4 % S, ei käynyt päinsä vain ajan ja näytteen ulkonäön perusteella, vaan oli turvaututtava hemialliseen analyysiin. Raudan ja rikin nopeat ja luotettavat käyttömääräykset, jotka aina heti konverttorin etumiehen pyynnöstä suoritettiin laboratoriossa, näytte-



Kuva 8.

livätkin tärkeää osaa itse konverttorityössä ja sen kehittämisessä.

Alkuperäisenä tarkoituksena oli puhaltaa koko molempien uunien antama raakakivimäärä yhdellä konverttorilla, toisen ollessa korjattavana ja varalla. Konverttorin kapasiteetti osoittautui kuitenkin uunien toimiessa täydellä teholla liian pieneksi, varsinkin kun raakakivimäärä ajoittain nousi paljon normaalia suuremmaksi. Lisäksi oli käyttövarmuus huono konverttorin joutuessa jatkuvasti toimimaan aivan kapasiteettinsä ylärajalla. Pienenkin käyttöhäiriön sattuessa konverttorilla oli uunien ottamaa tehoa alennettava, mikä luonnollisesti merkitsi koko tuotannon laskua. Näistä seikoista johtuen siirryttiin heti toisen konverttorin valmistuttua ajamaan molemmilla konverttoreilla samanaikaisesti. Varsinainen puhallus tapahtui kuitenkin vuorotellen koska täten tultiin toimeen vain yhdellä turbopuhaltimella ja säästettiin voimaa sähköuunisulatusta varten. Molempien konverttorien ollessa toiminnassa voitiin sähköuuneihin ottaa kaikki saatavissa oleva teho ja tuotannon ahtaimmaksi kohdaksi, joka aiemmin oli ollut konverttorityö, muodostui Jäniskosken voimalaitoksen anta-

ma sähköteho. Jotta uunikuorma olisi voitu pitää vain voimalaitoksesta riippuvana myös toisen konverttorin muurauksen joutuessa korjattavaksi, suoritettiin työ aina mahdollisimman nopeasti, ja sen kestäessä syntynyt ylimäärä raakakiveä valettiin ulos santamuotteihin. Molempien konverttorien taas ollessa toiminnassa lisättiin kylmä raakakivi vähitellen jäähdykkeinä konverttoreihin. Vaara, että molemmat konverttorit samanaikaisesti olisivat joutuneet muurattaviksi vältettiin lisätyllä muurauksen kulumisen päivittäisellä tehokkaalla tarkkailulla. Sen lisäksi, että molemmilla konverttoreilla ajo ratkaisevasti vaikutti tuotannon nousuun oli sillä lisäksi muitakin osittain odotettuja edullisia seurauksia. Koko konverttorityö muodostui rauhallisemmaksi, käyttövarmuus kasvoi sekä muurauksen kesto aika piteni. Viimeksimainittu johtui lähinnä siitä, että ilmämäärää voitiin pienentää ja konverttori muutoinkin paljon seisomisen takia kävi kylmempänä jolloin hormiseina paremmin pysyi suojaavan kuonakerroksen peitossa. (Kuva 9):

Granuloimislaitos.

Valmistuneen hienokiven välit-

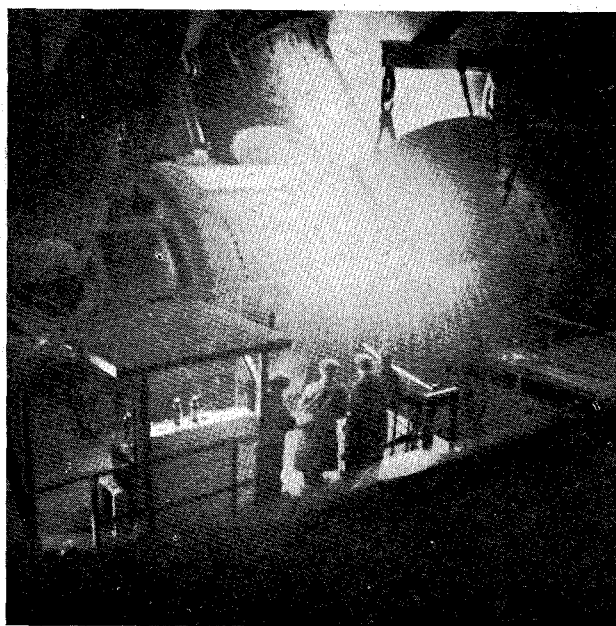
tömän granuloimisen ratkaisemiseksi suoritettujen monien kokeilujen pohjalla rakennettiin vuoden 1944 puolivälissä lopullinen laitos, missä voitiin granuloida 1—1,2 tonnia hienokiveä minuutissa. Granulointi tapahtui siten, että sula hienokivi muodostettiin leveäksi, ohueksi, juoksevaksi peiliksi, joka hajoitettiin ensin paineilmalla ja sen jälkeen granulointiin syvään vedellä täytettyyn kaivoon. Menetelmän tarkempia ominaisuuksia, häviöitä y.m. ei valitettavasti ehditty tarkemmin tutkia.

Eräitä mielenkiintoisia numeroita.

Käyttö.

Sulimon runsaasti 1½-vuotisen toiminnan aikana sulatettiin kaikkiaan n. 290.000 tonnia malmia, mistä valmistettu hienokivi yhteensä sisälsi 9550 tonnia nikkeliä ja 4840 tonnia kuparia. Malmin nikkelisällöstä saatiin talteen 90,0 % lopun joutuessa eri prosessien kuluessa hukkaan. Kuonan matalasta nikkelpitoisuudesta huolimatta, mikä oli keskimäärin 0,18 %, muodostuivat kuonahäviöt kuonan määrän suuruuden takia melko korkeiksi tehden 4,5 % malmin nikkelisällöstä. Savukaasujen mukana kulkeutuvasta hienosta lentopölystä johtuneet häviöt olivat 0,9 %. Edelläesitettyssä nikkelitaseessa oleva 4,6 % vajoaus johtui pääasiallisesti malmin punnituksen, näytteenoton ja analyysien epätarkkuudesta toiminnan alkuaikoina.

Sulimon toimiessa täydellä teholla oli keskimääräinen teho kummallakin uunilla 11,5 MW, elektrodien välinen jännite 200 V sekä $\cos 0.97$. Sähköenergian kulutus uuniin syötettyä tonnia kohden oli 806 kWh, mikä korkea arvo lähinnä johtui vaadittavasta korkeasta lämpötilasta sekä sen ja uunin muodon aiheuttamista suurista lämpöhäviöistä. kWh-kulutus malmitonnia kohden oli vastaavasti korkeampi, 870 kWh,



Kuva 9.

12 MW:n Sähköuuni

Materiaalibilanssi

Debet

Materiaali- laatu	Määrä kg/h	Ni		Fe		S		SiO ₂		H ₂ O		Co		Fe ₃ O ₄	
		%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
Malmi	12 040	3.8	450	25.7	3047	13.4	1589	24.2	2869	1.5	181	0.06	6	—	—
Välituotteet	956	12.4	118	39.6	378	8.6	82	20.0	191	—	—	0.45	4.3	8.0	—
Lentopöly	56	25.0	14	12.0	7	12.0	7	26.0	15	—	—	—	—	—	—
Konvertteri- kuona	4 882	2.0	98	50.6	2470	2.4	117	19.8	967	—	—	0.40	19.5	16.0	—
Yhteensä	17 934		680		5902		1795		4042		181		29.8		—

Kredit

Materiaali- laatu	Määrä kg/h	Ni		Fe		S		SiO ₂		H ₂ O		Co		Fe ₃ O ₄	
		%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
Raakakivi	5 632	12.3	693	47.7	2686	25.8	1453	—	—	—	—	0.45	25	0.4	—
Uunikuona	11 765	0.18	21	28.1	3306	0.9	106	36.3	4271	—	—	0.04	4.7	6.0	—
Uunikaasut ^{*)} n.400Nm ³ /min.	456	—	—	—	—	0.9	275	—	—	0.6	181	—	—	—	—
Yhteensä	17 853		714		5992		1834		4271		181		29.7		—

*) Rikki ja vesi

Taulukko 1.

„13' Pierce Smith" konvertteri

Materiaalibilanssi

Debet

Materiaali- laatu	Määrä kg/h	Ni		Fe		S		SiO ₂		H ₂ O		Co		Fe ₃ O ₄	
		%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
Raakakivi	5 632	12.2	687	47.7	2686	25.8	1453	—	—	—	—	0.45	25	0.4	—
Kvartsihiekkä ^{*)}	1 910	—	—	4.1	73	—	—	70.1	1255	6.0	115	—	—	—	—
Puhallusilma ^{**)} n.200Nm ³ /min.	706	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Yhteensä	8248		687		2759		1453		1255		115		25		—

Kredit

Materiaali- laatu	Määrä kg/h	Ni		Fe		S		SiO ₂		H ₂ O		Co		Fe ₃ O ₄	
		%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
Hienokivi 90%	455	5.76	262	0.85	4	8.4	38	0.74	3	—	—	0.20	1.0	0.1	—
— " — 80%	266	53.7	143	0.64	2	17.1	45	0.45	1	—	—	0.30	0.6	0.1	—
Konvertteri- kuona	4 882	2.0	98	50.6	2470	2.4	117	19.8	967	—	—	0.40	19.5	16.0	—
Välituotteet	956	12.4	118	39.5	378	8.6	82	20.0	191	—	—	0.45	4.3	8.0	—
Lentopöly	56	25.0	14	12.0	7	12.0	7	26.0	15	—	—	—	—	—	—
Poistokaasu- jen pöly	20	20.0	4	15.0	3	15.0	3	25.0	5	—	—	—	—	—	—
Konvertteri- kaasut ^{**)*)} n.1350Nm ³ /min	1 275	—	—	—	—	1.1	1160	—	—	0.11	115	—	—	—	—
Yhteensä	7910		639		2864		1452		1182		115		25.6		—

*) Happi raudan palamiseen
)*) Rikki ja vesi

Taulukko 2.

koska syöttöön malmin lisäksi sisältyi keskim. 7,4 % kiinteitä välituotteita.

Elektrodimassan kulutus oli massan hyvästä laadusta johtuen melko tasainen ollen keskim. 3,9 kg syötettyä malmitonnia kohden.

Polttopölyjen kulutus oli 0,24 jm

ja happikaasun 74 litraa syötettyä malmitonnia kohden.

Konverttorimuurauksen kestoajan jatkuvasti parantuessa laski tiilikulutus vastaavasti ollen loppuaikoina enää n. 20 kg magneettimateriaalia puhallettua hienokivitonnia kohden.

Vuoden 1943 loppupuoliskon ja vuoden 1944 kahdeksan ensimmäisen kuukauden käyttökulujen sekä erinäisten mittausten perusteella lasketut materiaali- ja lämpöbilanssit sähköuuneille ja konverttereille ovat esitetyt oheisissa taulukoissa. (Taulukot 1, 2, 3 ja 4).

Nikkeli-sulimo

Materiaalibilanssi

Debet

Materiaali-laatu	Määrä kg/h	Ni		Fe		S		SiO ₂		H ₂ O		Co		Fe ₃ O ₄	
		%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
Malmi	24 080	3.8	900	25.7	6094	13.4	3178	24.2	5738	1.4	370	0.05	12	—	—
Kvartsihiekkä	3820	—	—	4.1	146	—	—	70.1	2510	6.0	230	—	—	—	—
Puhallusilma n.400Nm ³ /min	1412	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Yhteensä	29312		900		6240		3178		8248		600		12		—

Kredit

Materiaali-laatu	Määrä kg/h	Ni		Fe		S		SiO ₂		H ₂ O		Co		Fe ₃ O ₄	
		%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
Hienokivi	1442	—	810	—	12	—	166	—	8	—	—	0.25	3.6	0.1	—
Uunikuona	23 530	0.18	42	28.1	6612	0.9	212	36.2	8542	—	—	0.04	9.4	6	—
Poistokaasujen pöly	40	20.0	8	15.0	6	15.0	6	25.0	10	—	—	—	—	—	—
Poistokaasut n.3500Nm ³ /min	3464	—	—	—	—	—	2864	—	—	0.22	600	—	—	—	—
Yhteensä	28476		860		6630		3248		8560		600		13		—

*) Happi raudan palamiseen

**) Rikki ja vesi

Taulukko 3.

12 MW:n Sähköuuni

Lämpöbilanssi

Debet	Mkal/h	%	Kredit	Mkal/h	%
<u>Sulatukseen käytetty teho</u> Käytetty teho = 10.52 MW Häviöt muuntajassa } elektrodeissa } 3% kiskoissa } 10.20 MW			<u>Uunikuona</u> Määrä = 11 765 ton/h Lämpötila = 1340 °C Sulamislämpö = 70 kal/kg Ominaislämpö = 0.222 kal/kg°C	4 350	41.9
<u>Elektrodien palaminen</u> Kulutus = 0.047 ton/h Lämpöarvo = 8000 Mkal/ton	8 770	84.3	<u>Raakakivi</u> Määrä = 5 632 ton/h Lämpötila = 1220 °C Sulamislämpö = 20 kal/kg Ominaislämpö = 0.166 kal/kg°C	1 285	12.3
<u>Sula konverterikuona</u> Määrä = 4882 ton/h Lämpötila = 1180 °C Sulamislämpö = 40 kal/kg Ominaislämpö = 0.185 kal/kg°C	376	3.6	<u>Malmivesi</u> Määrä = 181 kg/h Lämpötila = 300 °C	133	1.3
	1 260	12.1	<u>Uunikaasut</u> Määrä = 30 600 kg/h Lämpötila = 300 °C	2 200	21.1
			<u>Varsinaiset häviöt</u> Lämmön säteily ja johtuminen	2 438	23.4
Yhteensä	10 406	100	Yhteensä	10 406	100

*) Laskettu erotuksena

Taulukko 4.

Työvoima.

Varsinaisen purkaamon, murskaamon ja sulimon vuorotyön lisäksi suoritettiin sulimo-osaston työvoimalla myös kaikki muuraustyöt, rakennusluontoiset muutokset ja korjaustyöt sekä rata- ja tehdaspihan kunnossapito. Myöskin kuuluivat läheisimmät aputoiminnat,

kuten hienokivipakkaamo ja varasto, laastitehdas, happitehdas sekä tynnyritehdas sulimo-osaston alaisuuteen. Työvoimaa oli näissä tehtävissä keskim. 140 miestä ja 48 naista sekä 105 vankia, joista 90 miestä ja 18 naista sekä 45 vankia tuli varsinaisen sulimotyön osalle.

Kustannukset.

Malmin jalostaminen hienokiveksi tuli yhteenlasketut käyttökustannukset huomioonottaen maksamaan 480 markkaa sulatettua malmitonnia kohden. Kustannusten jakautuminen ilmenee pääpiirteisään oheisesta taulukosta. (Taulukko 5).

Nikkeli-sulimo

Käyttökustannukset
ajalta 1.1-30.6-1944.

Työvaihe	Palkat %	Aineet %	Voima %	Korjaukset %	Yhteensä %
Malmin ja välituotteiden purkaus ja murskaus	1.17	—	*j 0.05	0.77	1.99
Sulatus sähköuuneissa sekä puhallus konverttereissa	9.26	13.66	54.41	10.19	87.52
Hienokiven punnitus, pakkaus, näytteenotto y.m	1.71	1.40	—	0.30	3.41
Yleiskustannukset	3.24	2.41	—	1.43	7.08
Yhteensä	15.38	17.47	54.46	12.69	100.00

*Voiman hinnaksi on laskettu 25 p/kwh.

Käyttökustannukset yhteensä:

Sulatettua malmitonnia kohden	Mk 478
Valmistettua hienokivikiloa kohden	Mk 5.52
— " — nikkelikiloa kohden hienokivessä	Mk 9.91

Taulukko 5.

Loppulause.

Edellä on pyritty luomaan lyhyt katsaus Petsamon Nikkeli Oy:n sulimon vaiheisiin ja erittelemään siihen kuuluneet laitokset ja käytetyt metallurgiset menetelmät. Sulimon parivuotinen käynnissäoloaika jakaantuu kolmeen jaksoon, kuten yleensä uuden tehdaslaitoksen toiminnan alkuvaihe.

Ensimmäinen jakso on se, että tehdas pannaan käyntiin, laitteet pitää saada toimimaan halutun lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tämä tapahtui v:n 1942 loppupuolella ja v:n 1943 alkupuoliskolla. Toinen jakso, mahdollisimman korkean tuotannon saavuttaminen, jolle pyrkimykselle vallinnut sota-aika antoi erikoista pontta, tapah-

tui v:n 1943 loppuun mennessä ja v:n 1944 alussa, jolloin päästiin jotensakin turvattuun ja luultavasti alkuperäisiä laskelmia ja tavoitteita tyydyttävään tuotantoon. Kuluneen vuoden aikana oltiin siirtymässä kolmanteen kehitysjaksoon, saavutetun korkean tuotannon aikaansaamiseen mahdollisimman pienin kustannuksin. Jatkuvan kustannustarkkailun avulla pyrittiin pääsemään käsiksi sellaisiin kohtiin tuotannossa, joissa oli mahdollisuuksia kustannuksia supistaa. Kehitystä hyvään suuntaan olikin havaittavissa käyttötarvikkeiden kulutuksessa ja työvoiman rationalisemmassa hyväksikäytössä. Samaan päämäärään pyrittiin teknillisten parannusten avulla. Tärkeimpiä tällaisia kysymyksiä oli Ni-häviöiden pienentäminen savukaasuissa. Tarpeelliset mittaukset ja alkuvalmistukset oli jo tehty sähkösuodatinlaitoksen aikaansaamiseksi. Tämä kolmas kehitysjakso, jossa olisi ollut paljon ja kiitollista tehtävää, jäi kuitenkin aivan kesken, kun tehdas jouduttiin jättämään viimesyyskuun alussa.

Petsamon Nikkeli OY:s kraftsörjning och elektriska anläggningar.

Dipl. ing. Walter Nordin

Finland erhöll vid freden i Dorpat Petsamoområdet. Vid den geologiska kartläggningen av den nya landsdelen påträffades redan år 1921 å fjällen Petsamontunturit spår av malmer med avsevärd halt av nickel och koppar. Undersökningar, som igångsattes av Geologiska Kommissionen i Finland, ledde småningom till att flere malmlinser kunde lokaliseras. Den mest betydande av dessa gick i dagen å fjället Kaulatunturi.

Efterhand utförda, preliminära diamantborrningar visade, att

mängden och metallhalten av Kaulatunturi malm borde tillåta en lönande brytning.

Petsamoområdet var glest befolkat. Kaulatunturi malmen låg å ett öde fjäll utan förbindelse med den s.k. Ishavslandsvägen, som ledde från Rovaniemi till Liinahamari. Den förra orten var belägen vid polcirkeln, ca 450 km söderom Salmijärvi, vilken by utgjorde det Kaulatunturi närmast liggande samhället vid Ishavslandsvägen. Den närmaste järnvägsstationen fanns i Rovaniemi. Liina-

hamari var Petsamoområdets enda hamn, belägen vid en fjord från Norra Ishavet. Hamnen var isfri under större delen av året, men saknade större hamnanläggningar.

Det var därför klart, att en utvinning av Petsamo nickelkoppar malmförekomster skulle erfordra stora anläggningskapital, svåra att vid denna tidpunkt uppbringa i Finland. Då större delen av de kända nickelförekomsterna i världen dessutom befann sig i en hand, d.v.s. kontrollerades av The International Nickel Co of Canada, var

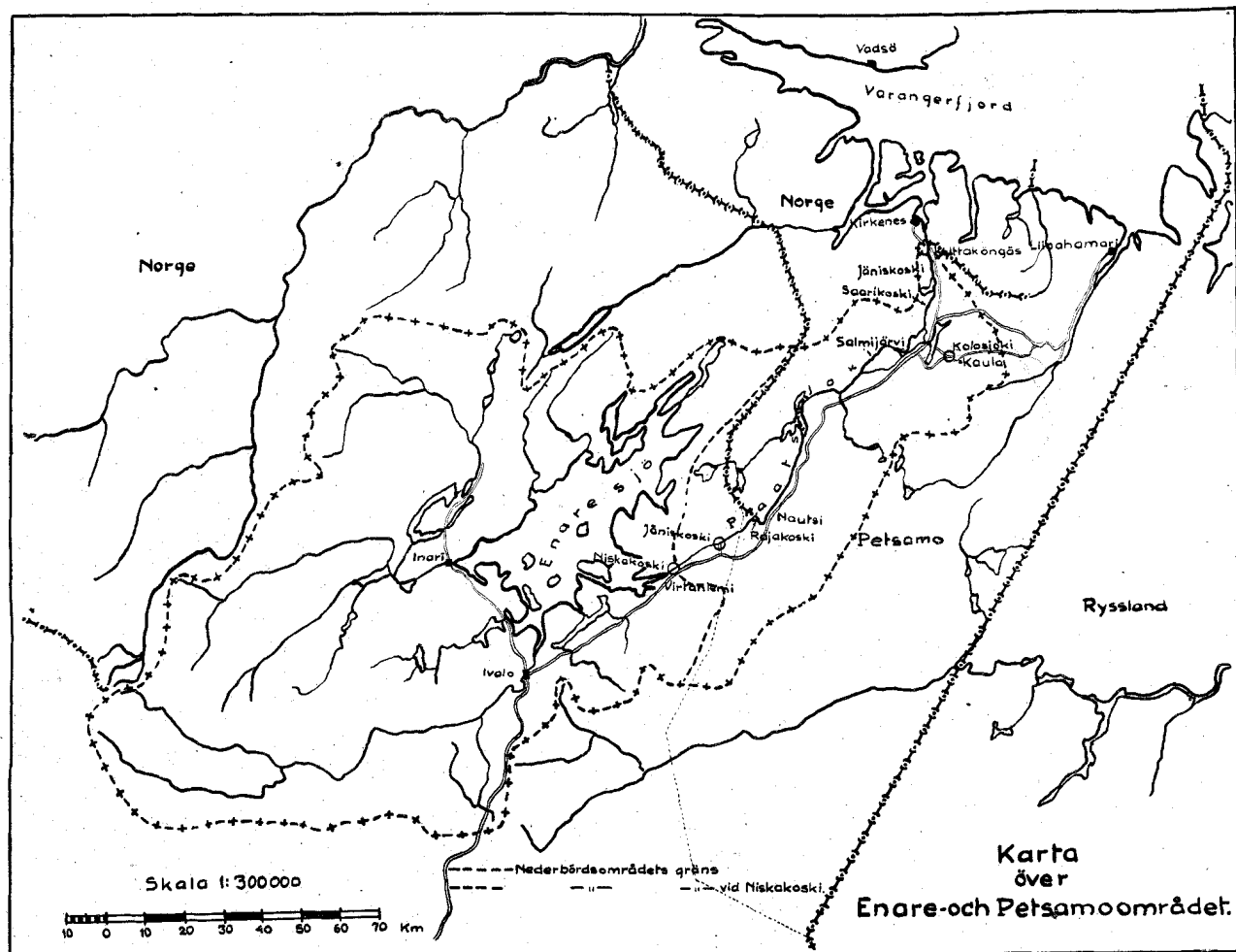


Fig. 1.

det naturligt, att finska regeringen tog kontakt med denna firma, för att väcka intresse för Petsamo malmerna och eventuellt få till stånd en för Petsamoområdets ekonomiska utveckling viktig gruvindustri.

Underhandlingarna förde till positivt resultat. Ett avtal uppgjordes med The Mond Nickel Co. i London, som är ett engelskt dotterbolag till Inco (International Nickel Co.). Ett finskt bolag, Petsamon Nikkeli Oy., startades hösten 1934, företrädande The Mond Nickel Co:s intressen i Finland och med ändamål att utföra prospekteringar och bearbeta kända malmförekomster å koncessionsområdet i Petsamo.

Till betingelserna för startandet av en gruvindustri hör bl.a. också tillgången till kraft. Nuförtiden är det elkraft man helst önskar.

I denna artikel redogöres för huru kraftförsörjningsfrågan löstes hos Petsamon Nikkeli Oy, samt beskrives en del av bolagets elektriska anläggningar.

Figur 1 visar en kartskiss av Petsamo- och det söder om detta liggande Enareområdet. De i artikeln nämnda orterna finnas angivna å kartskissen.

Petsamon Nikkeli Oy:s kraftförsörjningsfråga följde historiskt sett utvecklingen av planerna för malmfyndigheternas utvinning. Karakteristiskt var, att kraftbehovet hela tiden växte.

År 1935—36 beräknades den erforderliga elektriska effekten för en då projekterad gruvdrift i Kaulatunturi med produktionen 500 ton i dygnet och med en export av malmen över en elektriskt driven järnväg Kaulatunturi—Liinahamari stiga till 1500 a 2000 kW.

Ett dieselmotor- eller ångkraftverk var ifrågasatt som kraftkälla för tillgodoseendet av detta behov. Verket skulle eventuellt placeras i Liinahamari, dit malmbåtar med billig frakt kunde hämta bränsle: kol eller råolja. Under diskussion var även inköp av elenergi från det närbelägna norska gruvföretaget

Sydvaranger A/S, som hade en högspänningslinje förande till den mittemot byn Salmijärvi liggande orten Svanvik.

År 1937 hade utbyggnadsplanerna utvecklats därhän, att det ansågs lönande anrika malmen från Kaulatunturi gruva på ort och ställe. Ett flotationsverk planerades uppföras, samt dessutom ett smältverk med koks, kol eller nafta som ugnbränsle. En effekt på ca 5500 kW beräknades erfordras för en 500 tons dygnsproduktion.

Floden Paatsjoki, eller Pasvig elv på norska, bildade gräns mellan Petsamoområdet och Norge. Vackra forsar i denna flod beundrades av turisterna. Det var naturligt, att Petsamon Nikkeli Oy:s intresse snart riktades mot den utvinnbara energin i dessa vattenfall och möjligheterna för utnyttjandet av de s.k. vita kolen började undersökas.

Det finska Outokumpu Oy:s vid denna tidpunkt färdigblivna smältverk för kopparmalm i Imatra med elektrisk smältenergi från den närbelägna floden Vuoksens forsar, inbjöd till jämförelse med problemen i Petsamo. Initiativ erhöles för möjligheten att också smälta Kaula-

tunturi malmen elektriskt. Undersökningar och beräkningar verkställdes, som slutligen ledde till definitiva projekt.

Vid årsskiftet 1938—39 hade det erforderliga kraftbehovet vuxit avsevärt. För ett smältverk med tvenne elektriska ugnar i ett första utbyggnadsskede erfordrades ca 26000 kW, för tvenne senare tillkommande ugnar ytterligare ca 24000 kW. Det gällde att bygga vattenkraften i Paatsjoki forsar.

Förrän denna vattenkraft blev tillgänglig som elenergi behövdes emellertid kraft för byggandet av de planerade anläggningarna: gruva, smältverk och samhälle.

Prospekterings- och byggnadstiden.

Den första användningen av elektriciteten å malmområdet i Petsamo skedde redan under tiden för Geologiska Kommissionens undersökningar. Elektriska geofysikaliska metoder utexperimenterades då och togos i bruk som ett hjälpmedel vid malmletningen.

Behovet av eleffekt under Petsamon Nikkeli Oy:s prospekteringsår 1935—36 inskränkte sig till ström för belysning av bostads- och res-

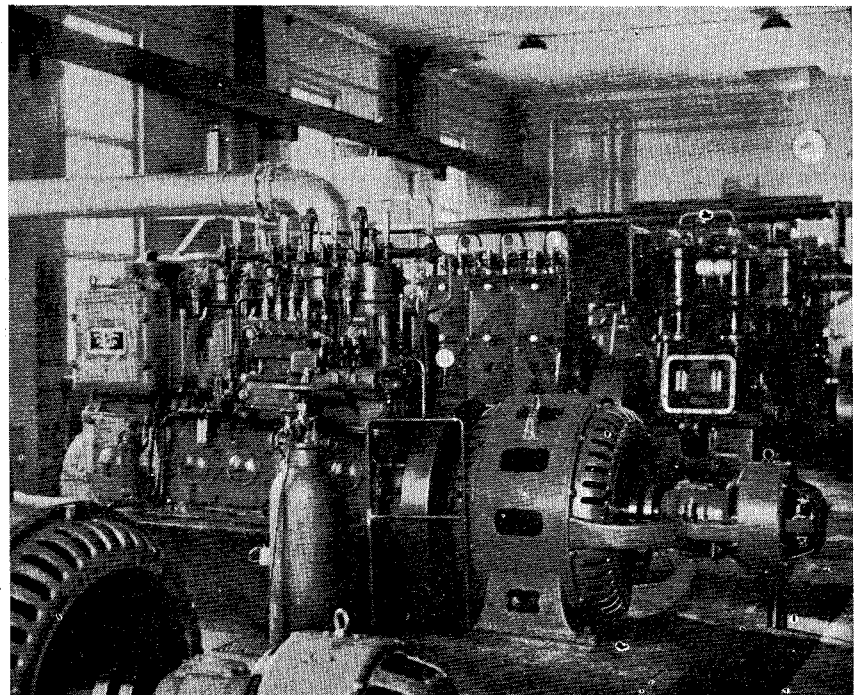


Fig. 2. Interiör från den temporära kraftcentralen.

taurangbaracker, samt vägar inom undersökningsexpeditionen läger uppe å Kaulatunturi fjäll. En liten dieselelektrisk likströmsanläggning med ackumulatorbatteri fyllde detta behov.

År 1936 beslöts byggandet av en tunnel, som inifrån den blivande gruvans 6. nivå skulle leda ut till den nedanför Kaulatunturi fjäll belägna Kolosjoki floddalen. Här skulle invid tunnelmynningen uppföras ett smältverk jämte andra för gruvdriften och malmens behandling erforderliga anläggningar. Fabrikssamhället skulle också förläggas till denna floddal. Byggnadsarbetena påbörjades i större skala år 1937.

Behoven av elenergi och tryckluft för dessa byggen jämte gruvans tillredning ledde till att en temporär kraftstation under nyssnämnda år uppfördes å det blivande fabriksområdet i Kolosjoki. Huset byggdes av trä med invändig beklädnad av elfasta eternitplattor. I denna station inmonterades fyra dieselmotoraggregat. Tvänne elgeneratorer på 145 och 200 kVA, drivna av 155 resp. 210 hkr motorer från firman Atlas Diesel, Stockholm, levererade 3-fas växelström, 380/220 volt för fördelning å byggnadsområdet. En vid Kuotsjärvi sjö uppförd såg matades över en 100 kVA

transformator med 10 kV ström via en ca 3 km lång högspänningsledning.

För tryckluftsförsörjningen installerades tvänne stationära dieselmotordrivna kolvkompressorer av den engelska firman Belliss & Morcom fabrikt. Motorerna voro på 100, resp. 280 hkr. och kompressorerna levererade 11,7 resp. 36,7 m³/min. fri luft vid 7 atö tryck. Fig. 2 visar en interiör från den temporära kraftstationen.

Under vinterkriget 1939—40 brann denna temporära kraftcentral ned, vilket beredde PNO (Petsamon Nikkeli Oy) stora svårigheter, då byggnadsarbetena åter vidtogs hösten 1940. Transportabla, mycket primitiva kraftkällor måste användas ända till dess Kolosjoki definitiva kraftcentral hunnit färdigbyggas så långt, att i densamma kunde inmonteras tvänne större, dieselelektriska aggregat på 550, resp. 575 hkr., båda av firman Atlas Diesels tillverkning. Dessa maskiner fungerade senare som reservkraftkällor i Kolosjoki vid tillfällen, då den reguljära strömtillförseln strejkade.

Undersökningar för vattenkraft.

Undersökningen av vattenkrafttillgången i Paatsjoki flodsystem

påbörjades i juli 1936. Arbetet lämnades åt firman A. B. Consulting O.Y. i Helsingfors, vilken senare också anförtroddes uppdraget att utbygga vattenkraften. I början riktades intresset mot forsarna i Paatsjokis nedre lopp, då ju dessa lågo närmast gruvan. En utredning visade, att hela fallhöjden mellan Salmijärvi sjö och Isha vet, 18,6 m, inkluderande forsarna Saarikoski, Jäniskoski och Kolttaköngäs kunde utbyggas. Den trånga floddalen möjliggjorde en hög uppdamning. Vid Kolttaköngäs forsnaacke fanns ett idealiskt läge för ett kraftverk, från vilket ca 35.000 thkr. beräknades erhållas. Avståndet Kolttaköngäs—Kolosjoki var omkr. 28 km.

Den av uppdamningen berörda västra flodstranden vid Kolttaköngäs tillhörde emellertid Norge, som framställde anspråk på andel i kraften. Effekten blev då för liten för PNO:s behov. I juli 1937 flyttades därför undersökningsarbetena till floden Paatsjokis övre lopp, som mellan Nautsi och Enare helt låg å finskt område.

Å denna sträcka bildade älven en enda sammanhängande rad av långsluttande småforsar. Endast Jäniskoski (icke att förväxla med Jäniskoski ovanför Kolttaköngäs), samt de båda nedersta forsarna Raja-

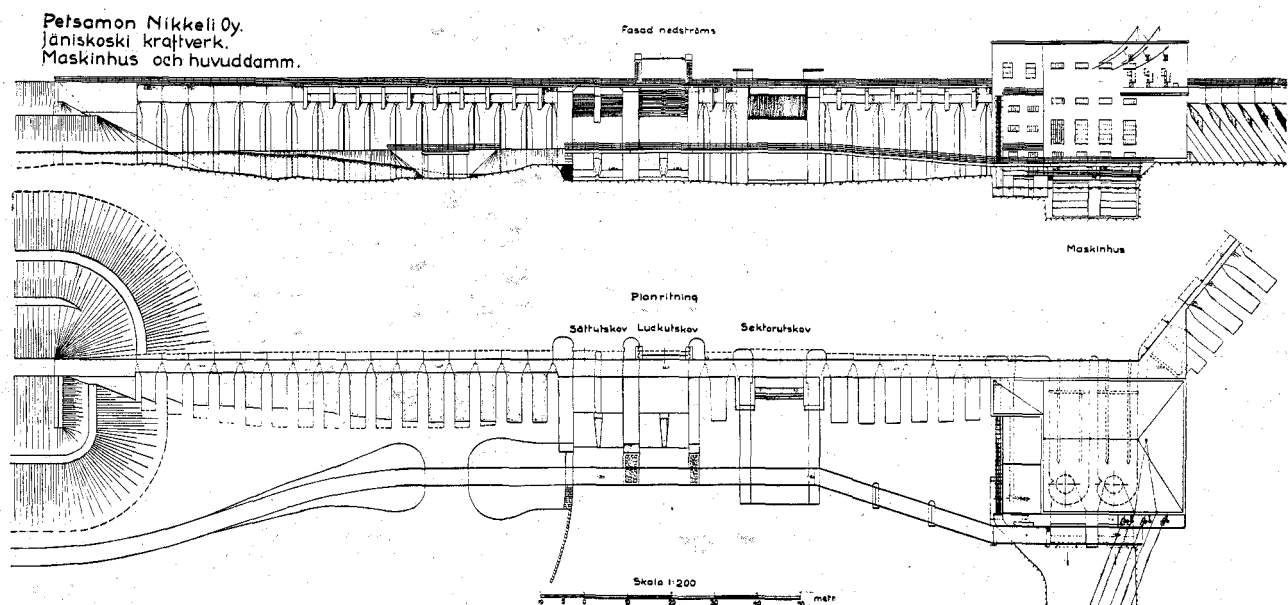


Fig. 4.

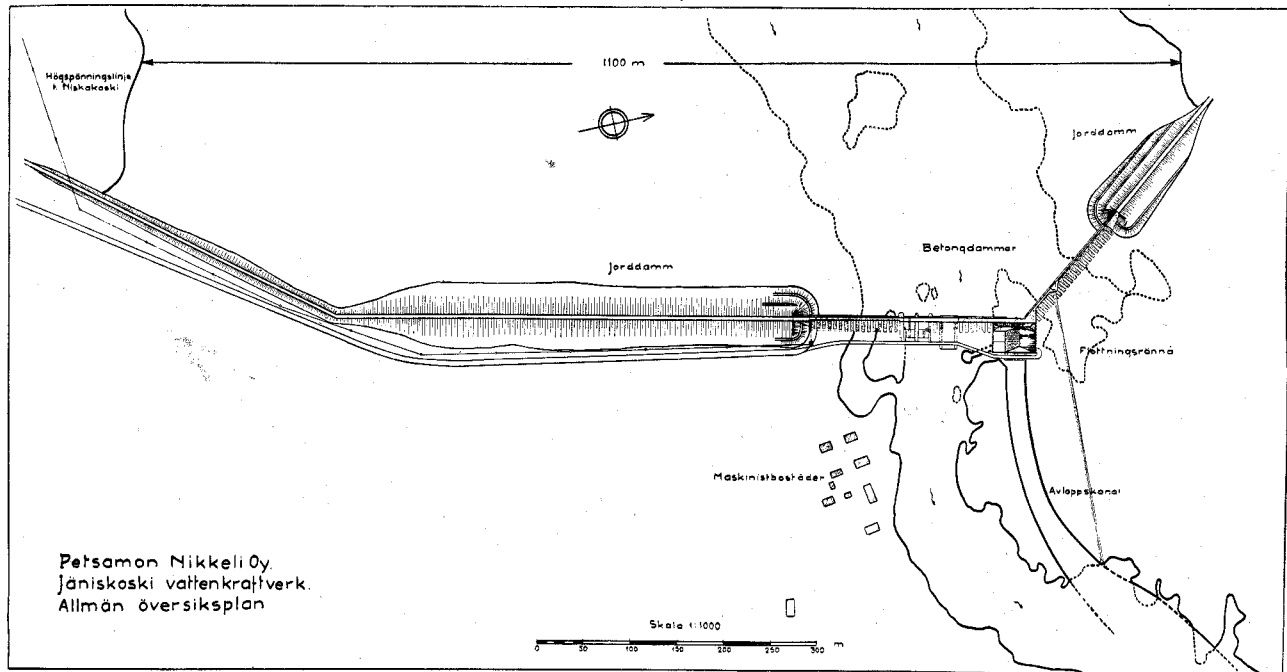


Fig. 3.

koski, hade att uppvisa en något brantare fallkurva än de övriga.

Jäniskoski försnacke utvaldes för uppförandet av ett kraftverk med kapaciteten 40.000 thkr. eller ca 28 MW elenergi. Rajakoski erbjöd möjligheter för byggande av ett kraftverk av samma storleksordning.

Enare sjö och nederbördsområde.

Floden Paatsjoki avbördar vatten från Enare sjö. Tillrinningen till denna kommer från ett nederbördsområde på ca 14.400 km² med sjöprocenten 12,4. Enare sjö har en yta på ca 1.100 km² och dess medelhöjd över havet är omkring 118 meter. Enligt Hydrografiska Byråns statistik från årsperioden 1921—1939 varierade vattenföringen i Paatsjoki under dess naturtillstånd mellan extremvärdena 45 och 500 m³/sek. Medelvärde under tidrymden ifråga var ca 145 m³/sek.

Det i Enare sjö förhandenvarande naturliga vattenmagasinet förde snart tanken på en reglering av avbördningen. En utredning visade, att trots rätt stort kapitalutlägg för regleringsdamm, utrensningar och ersättning för översvämningsskador en reglering dock skulle löna

sig, speciellt som denna även skulle komma alla senare uppförda kraftverk i Paatsjoki till godo. Enbart för Jäniskoski beräknades erhållas en energivinst på ca 30 milj. turbinkilowattimmar i året. Det beslöts, att en regleringsdamm skulle byggas i Niskakoski, 5,6 km nedanför Paatsjokis utflöde ur Enare sjö.

Jäniskoski vattenkraftverk.

Det i Jäniskoski uppförda kraftverket låg 3 km norrom ishavsländsvägen och 365 km från Rovaniemi. En större fallhöjd kunde vid denna fors erhållas endast genom byggandet av en regleringsdamm med för finska förhållanden och kraftverksstorleken rätt betydande dimensioner.

Dammens totala längd blev 1,5 km. Härav utgjorde 365 meter betongdammar av lamelltyp, medan ca 1,13 km utfördes som jorddamm, av en ny, första gången här byggd typ med tätande träkärna stående på betongpendel. Dammens krön låg på nivån +113,0 m. ö. h. Vattenytan uppdamades till +110,00 m. ö. h., vilken höjd bestämdes av kringliggande grusåkrar. Maximala vattentrycket på dammarna uppgick till ca 18 meter.

Fallhöjden vid kraftverket blev 21,5 meter. (Se fig. 3 och 4).

Genom uppdamningen uppstod en ca 1.100 meter bred sjö framför regleringsdammen. Denna sjös längd uppströms blev ca 9 km och 270 ha delvis skogsbevuxen strandmark råkade under vatten.

Kraftverkets maskinhus placerades på flodens norra strand. I den söderom maskinhuset belägna betongdammen ordnades trenne utskov för reglering och avbördning av överlopps- och flodvatten.

En nedåt rörlig sektorlucka användes för normal reglering, medan en planlucka och ett utskov, vanligen avstängt medelst sättar, släppte igenom flodvattnet. Maximal avbördningsförmåga var 650 m³/sek. Betongdammen hade skivbord. Norrom maskinhuset fanns en flottningsränna och inuti maskinhuset en fiskhiss. Elektriska uppvärmningsanordningar i sektorluckans anslagsytor och sidoväggar säkerställde vinterdrift.

Intagen till de tvenne turbinerna voro försedda med isgrindar. Avstängningsluckorna befunno sig inom maskinhuset. Avloppskanalen, vars längd var 250 m, nedsprängdes helt i berg. De utspräng-

Pelsamon Nikkeli Oy.

Jäniskoski kraftverk.

Tvärsnitt av kraftstationsbyggnaden.

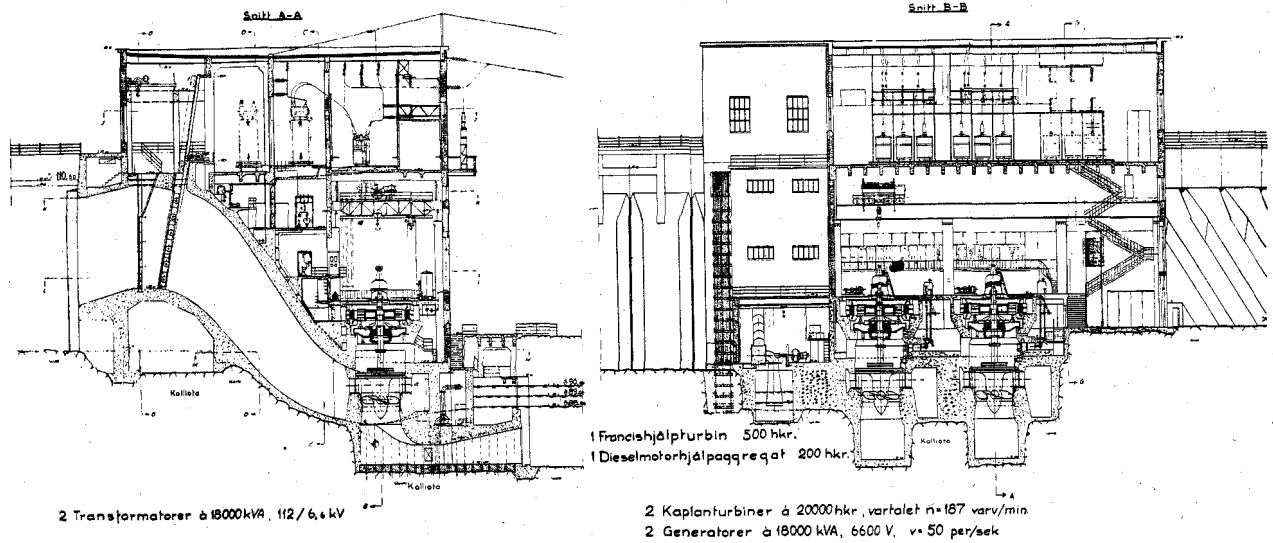


Fig. 5.

da bergmassorna placerades i jorddammarna.

Kraftverkets maskiner bestod av tvenne vertikala Kaplan turbiner med omloppstalet 187 varv/min. De alstrade nominellt vardera 20.000 hkr. vid fallhöjden 21,5 meter och vattenmängden 79 m³/sek. Turbinleverantör var firman Tammerfors Linne- och Järnmanufaktur A.B. (Tampella), som tillverkade maskinerna i samarbete med Karlstads Mekaniska Verkstads A.B. i Sverige. Turbinerna drevo direkt över dem monterade 3-fas synkrogeneratorer, avgivande vardera en effekt på 18000 kVA vid $\cos \varphi = 0.8$ och periodtalet 50, samt spänningen 6.600 volt. Generatorerna hade inbyggda magnetiseringsmaskiner och voro försedda med pendelgeneratorer för turbinregleringen. Kylningen skedde medelst utifrån insugen friskluft, vilken efter maskinpassaget strömmade ut i kraftstationen och uppvärmdes denna. Kolsyresläckning för generatorbrand var anordnad. (Se fig. 5).

Strömmarna från generatorerna matades över ett 6,6 kV ställverk direkt till tvenne transformatorer

på vardera 18000 kVA. Efter upp- högspänningssamlingskenorna, där transformeringen till 110 kV, leddes generatoreffekterna sammankopplade över tvenne oljeströmbrytare till des och sändes ut till kraftlednin-

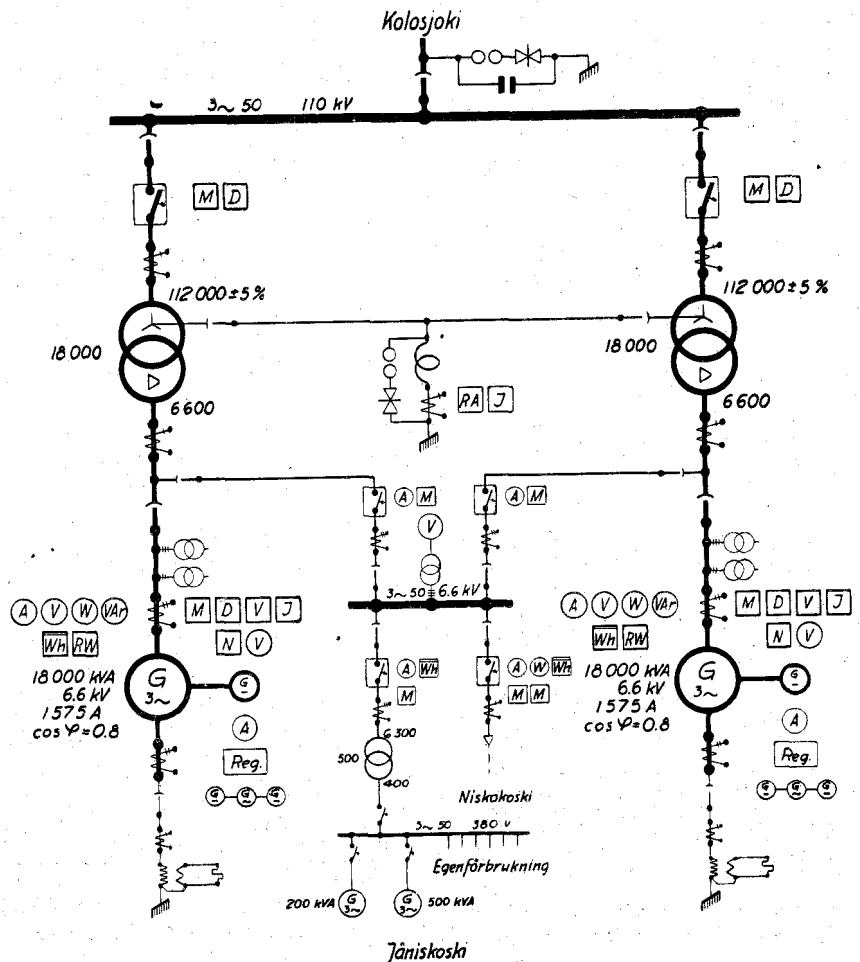


Fig. 6. Kopplingschema för Jäniskoski kraftverk.

gen för vidare transmission till Kolosjoki. Transformatorernas nollpunkter på högspänningssidan voro jordförbundna över en reglerbar Petersén-spole.

Högspänningsställverk och transformatorer voro monterade inomhus i kraftverkets översta våning, medan 6,6 kV ställverket stod i en våning därunder.

Från 6,6 kV samlingsskenorna uttogs kraft för verkets eget behov och för närdistribution (bl. a. till Niskakoski). En 500 kVA stationstransformator matade 380/220 V. ström över en lågspänningsfördelningstavla till hjälpmaskiner, uppvärmningsanordningar och bostäder. (Se kopplingsschemat i fig. 6).

Instrumenttavlan för kontroll och manövrering av generatorer och eleffekt hade jämte lågspänningsfördelningen placerats å en upphöjd plattform bakom generatorerna. Utrustningen av reläskydd, kontroll och mätanordningar för såväl generatorer, turbiner som eleffekt var av det mest kompletta och moderna slag, som stod till buds.

Hela den elektriska utrustningen till kraftverket, inkluderande generatorer och transformatorer, levererades av firman ASEA i Sverige, genom dess finska dotterbolag i Helsingfors.

Bostäder för kraftverkspersonalen uppfördes å älvstranden söderom maskinhuset. De omfattade 5 byggnader, var och en med 2 lokaler,

bastu, källare, uthus och fåhus. Husen uppvärmdes elektriskt och voro försedda med elektriska spisar.

Niskakoski regleringsdamm.

Regleringsdammen i Niskakoski hade en längd på ca 200 m, större delen, 140 m, utfördes som betongdamm, resten som jorddamm. Fyra utskov med uppåt rörliga, motormanövrerade sektorluckor sörjde för den normala avbördningen. Dessutom fanns ett nålutskov och en fisktrappa. Tappningen ur Enare måste enligt avtal hållas inom vattenhöjdgränserna +117.00 och +119.50 m. ö. h. En kraftledning från Jäniskoski med 6.600 V. spänning levererade energi för luckmotorerna.

Arbetena på Jäniskoski kraftverksbygge begynte den 7/3 1938, några dagar efter det koncession för bygget erhållits av staten. Det avslutades i december 1942, men kraftverket provkördes redan i juni 1942. Tvenne krig blevo orsak till den långa byggnadstiden.

Några data giva en uppfattning om storleksordningen av arbetet.

Byggnadsarbetena vid kraftverket.

Jorddammarnas fyllningsmassor uppgingo till ca 385.000 m³, varav sten 85.000 m³, jord 300.000 m³. Bergsprängningsarbetena omfattade 110.000 m³, betonggjutningen 80.000 m³.

Arbetarantalet uppgick maximalt till 1.400 man. Före vinterkriget rörde sig arbetsstyrkan dock i me-

deltal kring storleksanordningen 900 a 1.000 man. Efter detsamma var den 500 a 600 man. Arbetet var förenat med synnerligen stora svårigheter, betingade av det isolerade läget och de långa avstånden (närmaste järnväg låg 365 km från arbetsplatsen), samt sist och slutligen beroende på de båda ovälkomna krigen med alla deras besvärligheter. Transporten av de mycket skrymmande generatordelarna med bil genom hela Lappland i krigstider var en extra svår uppgift, som dock liksom andra av samma slag av byggarna bemästrades med skicklighet och friskt mod.

Byggherre i Jäniskoski var firman Consulting, med direktören, civilingenjör Bror Sjögren, som konstruktör. Hans kompanjon, ing. Kaarlo Taavast, var en kraftfull byggnadschef ända till sin död 1942. Consultingingenjören Gustaf Thelestam var med från undersökningarnas början 1936 ända till kraftverkets färdigblivande, då han ledde arbetena. Huvudbyggmästare var E. Aarnivala.

Som kontrollör av arbetet och konstruktör av jorddammarna fungerade firman Vattenbyggnadsbyrån (VBB) i Stockholm. De rikssvenska civilingenjörerna G. Alm och S. Platzer från VBB bodde i Jäniskoski under större delen av byggnadstiden, medan civilingenjörerna E. Ljung och L. M. Jonsson utförde reguljära besiktningar av kraftverksbygget. Före kraftverket

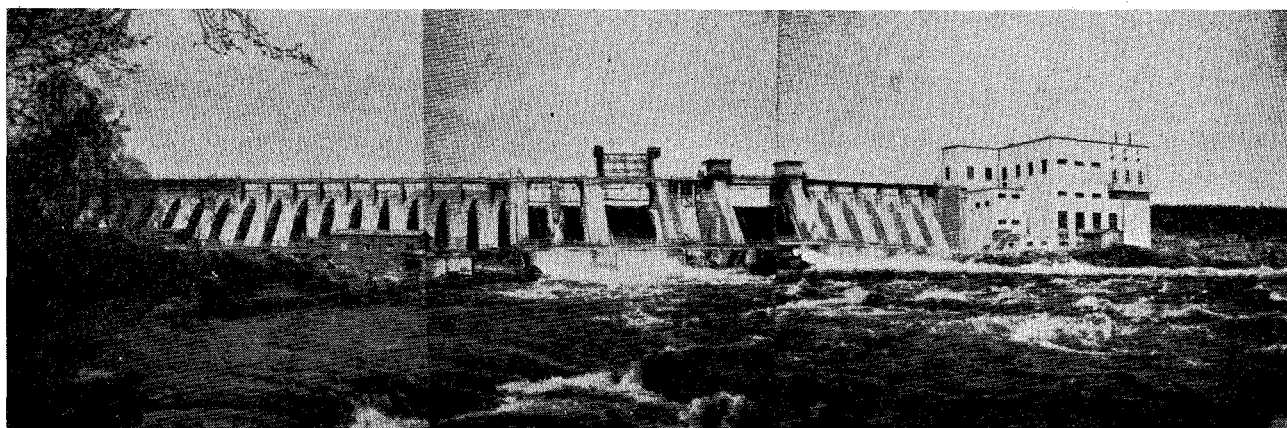


Fig. 7. Kraftverket jämte del av betongdammen, vy från nedströmssidan.

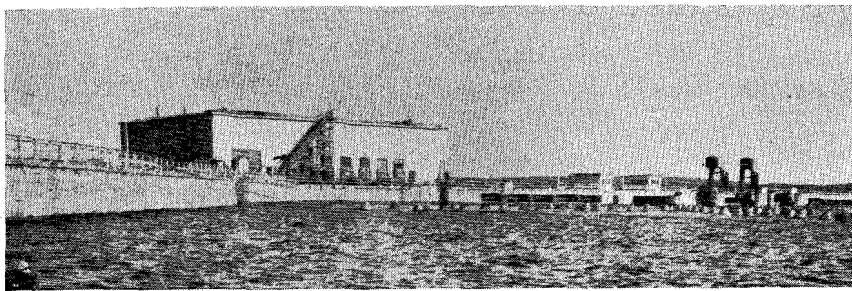


Fig. 8. Kraftverket, sett från uppströmssidan.

togs i drift år 1942 utförde VBB turbinprov med mycket noggranna vattenmängdsmätningar.

Konsulterande i alla elektriska frågor var firman Ekono i Helsingfors, representerad genom deras ingenjör B. Buchert.

Vid igångkörningen av kraftverket erhöles värdefull hjälp och goda råd för framtida drift av den rikssvenska specialisten, driftchefen, ing. Carl Söderbaum, Trollhättan. Driftingenjör vid Jäniskoski kraftverk var sedan 1942 ing. E. J. Tuovinen.

Skjuddsbunker.

Kriget gav sin prägel åt Jäniskoski på olika sätt, bl.a. genom en egendomlig skapelse under åren

1943 o. 1944 uppförd av den tyska Organisation Todt emot PNO:s åsikter och vilja. Hela kraftverketsmaskinhus, som hade den imponerande höjden av ca 30 meter, överbyggdes med en ofantlig luftskyddsbunker av extra starkt armerad betong, med 4,5 a 5,0 meter tjocka väggar och tak. Detta i sitt slag enastående byggnadsverk med betongmassor, som överstego behovet för ett nytt kraftverk, stod där fult och fönsterlöst och skymde kraftverksbyggherrarnas och arkitektens vackra skapelse, samt vittnade enligt åsikten hos denna artikels författare på ett trist sätt om hur ett folks nit kan missriktas och dess material bortslösas. Den sårbara dammen kunde ju icke skyddas genom överbyggnad, ej heller hög-

spänningsledning och smältverk i Kolosjoki.

PNO hade låtit firman VBB utarbeta ett projekt för ett modernt, helt inuti berget byggt, för vinterklimatet i Petsamo skyddat kraftverk vid Kolttaköngäs. Storleksordningen på effekten var densamma som vid Jäniskoski. Detta kraftverksbygge hade bättre varit värt den stora energin hos OT. (I figurerna 7 och 8 visas några bilder från Jäniskoski kraftverk.)

Högspänningsledningen Jäniskoski -- Kolosjoki.

Avståndet Jäniskoski—Kolosjoki var 85 km. Med tanke på framtida utbygge av Rajakoski vattenfall fördes högspänningsledningen förbi detta, och plats lämnades hela vägen för en senare parallell linje. Som kraftledningskabel valdes kopparlinor med tvärsnittet 95 mm². De voro anordnade i ett horisontalplan med fasavståndet 5 meter. Hängisolatorerna voro fästade vid stålreglar, uppburna av portalstolpar av trä. De långa stolparna måste anskaffas från skogar i närheten av Rovaniemi och köras upp med bil. Ett fåtal fackverksmaster av stål användes även för avspänning och vid fasväxel. Alla stolpar stodo å betongfundament ovan jord och voro uppstagade medelst ett system av ställinor enligt linjekonstruktören, ing. N. Saarivirtas byggnadssätt. Medelspännvidden var ca 200 meter. Trästolparna kunde enligt försök icke impregneras. Lapplandsfurans kådhalt omöjliggjorde all impregnering, även om denna utfördes under tryck. I början och slutet av kraftlinjen hade på en ca 7 km sträcka till skydd mot överspänningar tvenne 35 mm² jordförbundna ställinor monterats över faserna i förlängningar på stolparna. Överspänningsskydd i form av ventilavledare och kondensatorer funnos både vid linjens början och slut. Driftavbrott uppstodo aldrig på grund av luftelektriska störningar.

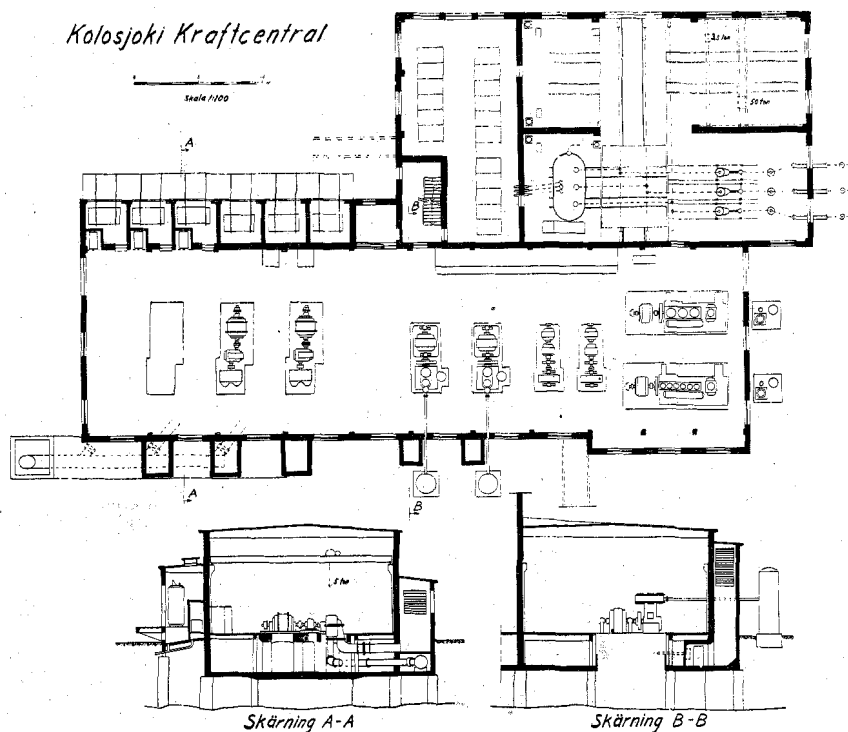


Fig. 9.

Kraftlinjen slutade i Kolosjoki kraftcentral.

Kolosjoki kraftcentral.

Denna innehöll utrustning för nedtransformering av kraftström-
mens transmissionsspänning, samt
för fördelning och omformning av el-
energin. Dessutom inrymde centra-
len en maskinsal med 2 styck.
reservkraftdieselaggregat, två rote-
rande omformare växelström-lik-
ström, samt två kolvkompressorer
för tryckluft till gruvan och 3 tur-
bokompressorer för blästerluft till
smältverket.

Övervakningen av såväl eldistri-
butionen som alstringen av tryck-
och blästerluft var sålunda kon-
centrerad till samma maskinsal,
där dejoureringen omhänderhades
av 2 man per skift, en elektrotek-
niker och en maskinist. (Se fig. 9).

Som närdistributionsspänning i
Kolosjoki för större effekter an-
vändes 10 kV. Motorer och lo-
kala mindre förbrukare matades
med 380 V. Belysningsspänning
var 220 V, för handlampor an-
vändes 40 V.

Nedtransformeringen av kraft-
verksströmmen skedde i en trans-
formator på 36000 kVA. Denna
levererades, jämte en lika stor
reservtransformator, av ASEA och
måste på grund av sin stora vikt
transporteras i delar, vilka hop-
byggdes i kraftcentralens montage-
hall. Transformatorn var tryck-
oljaeld, hade oljevakt och diffe-
rentialskydd, samt en fjärrmanö-
rerad högspänningslindningskoppla-
re. Reservtransformatorn uppställ-
des icke på grund av kriget. Valet
av transformatorer skedde med
tanke på kommande utvidgning.
Högspänningsställverket var mon-
terat inomhus. Dess strömbrytare
var en Brown Boveri dylik av s.k.
oljafattig konvektortyp, den första
av sitt slag i Finland.

Kraftcentralens 10 kV ström
fördelades från ett i två våningar
uppställt öppet ställverk med 25
fack i fyra fristående rader. Ställ-
verket hade dubbla samlingskenor.

Fabriksområdet i Kolosjoki.

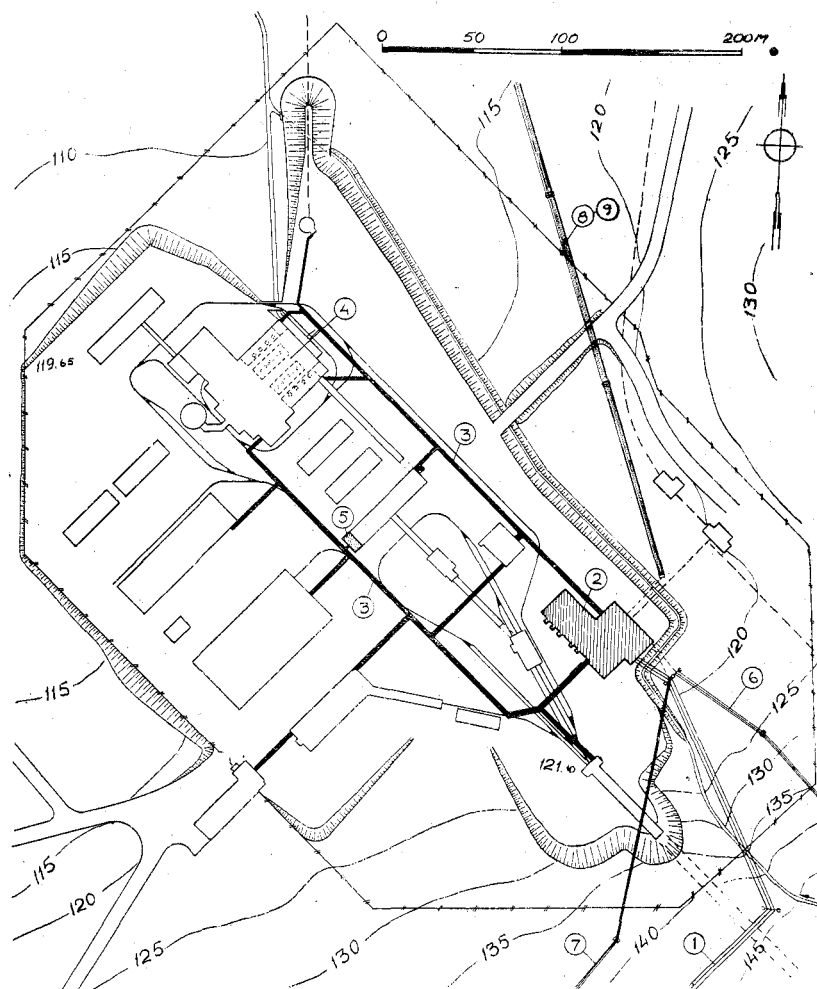


Fig. 9.

1. 110 kV högspänningslinje från Jäniskoski. 2. Kolosjoki kraftcentral.
3. Kabel- och rörkanaler. 4. Smältverket med 2 elugnar. 5. Fabriksom-
rådets transformatorstation. 6. 10 kV högspänningslinje till gruvan.
7. 10 kV högspänningslinje till fabrikkssamhället. 8. 10 kV högspännings-
linje till sågen vid Kuotsjärvi. 9. 10 kV högspänningslinje till Kolosjoki
pumpverk.

Strömmen matades direkt med kab-
el till närbelägna förbrukare, samt
till avlägsna dylika över luftled-
ningar. (Se fig. 11 och 12).

Tvenne luftkylda transformato-
rer på 1500 och 1000 kVA leve-
rerade kraftcentralens behov av
lågspänd ström till ett öppet ställ-
verk, uppställt i centralens källarvå-
ning. Ovanför detta stod i maskinsa-
len en instrument- och manövertavla
för såväl den hög- som lågspända
effektdistributionens kontroll och
mätning. Den innehöll också fält
för reservkraftaggregatens genera-
torer, samt omformarnas och kolv-
kompressorernas motorer. Turbo-

kompressorerna hade eget 10 kV
ställverk, egna luftkylda 1800 kVA
transformatorer och egna manöver-
skåp. (Se fig. 13).

Ett 220 V. Nife-ackumulator-
batteri levererade manöverström,
samt nödbelysning för kraftcentral
och smältverk vid strömavbrott
från kraftverket.

Firman A/B Strömberg O/Y i
Helsingfors levererade hela den elek-
triska utrustningen för kraftcentra-
len i Kolosjoki. Likaså anskaffades
därifrån huvudparten av transfor-
matorer och lågspänningsfördelning,
samt de flesta motorerna i Kolos-
joki.

Kopplingschema för Kraftdistributionen i Kolosjoki

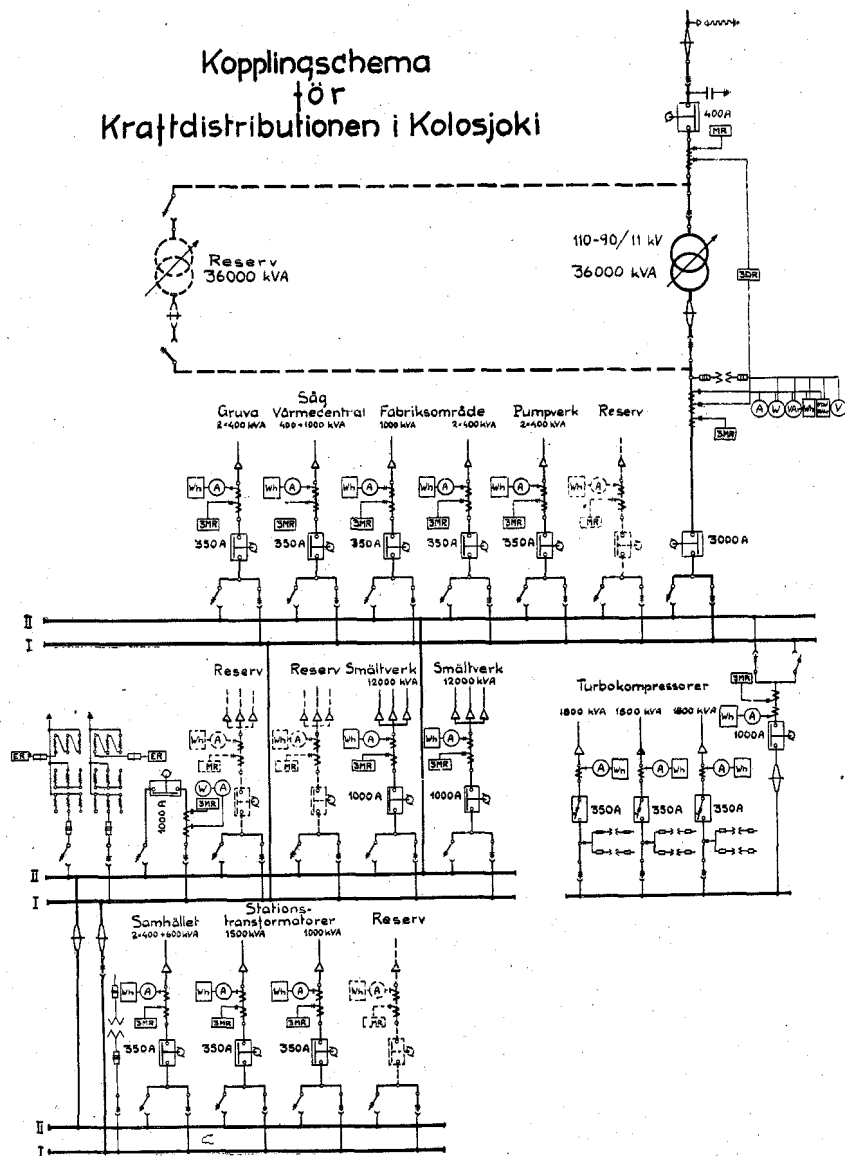


Fig. 11.

Luftledningar, kabelkanaler.

Fyra 10 KV luftledningar distribuerade kraft till gruva, samhälle, såg och pumpverk. Totala ledningslängden var 15,5 km. Alla elkablar, tryckluft- och kylvattenrör å fabriksområdet voro förlagda i underjordiska betongkanaler med tvärsnittet 2×2 m. Dessa kunde bekvämt begås och förbundo alla byggnader med varandra, samt användes delvis som kanaler för ventilationsluft. (Fig. 10).

I tabell I. finnas anläggningskostnaderna för Petsamon Nikkeli Oy:s kraftförsörjning angivna. Det är att märka, att kriget höjde de under fredstid beräknade kostnaderna med nära 100 %.

Smältverket och dess elugnar.

Smältverkets tvenne elektriska ugnar konsumerade huvudparten, d.v.s. ca 85 a 90 % av hela den till Kolosjoki levererade elenergin. (Fig. 14 visar schematiskt energidistributionen i Kolosjoki).

Elugnarna hade konstruerats av den metallurgiska avdelningen hos International Nickel Co. i Canada i samarbete med engelska och amerikanska specialister. Elektriska smältugnar i Sulitelma, Nordnorge och Spigerverken vid Oslo, samt

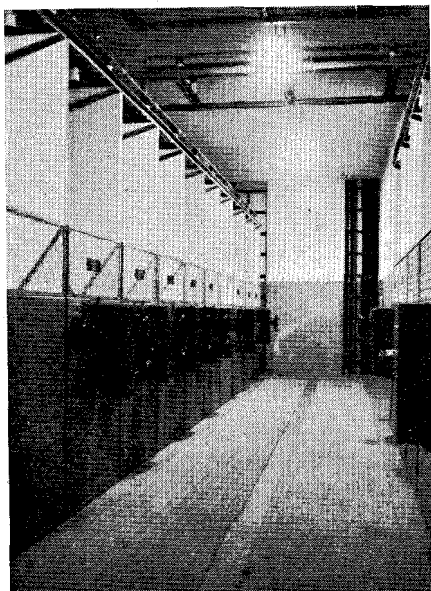


Fig. 12. Interiör från 40 kV ställverket i Kolosjoki kraftcentral.

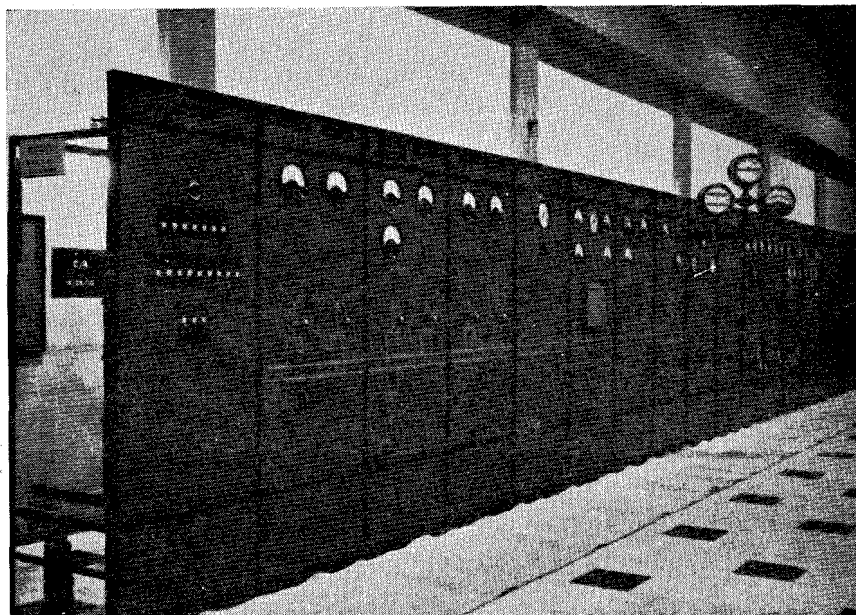


Fig. 13. Instrumenttavla i Kolosjoki kraftcentral.

Tabell I. Kraftförsörjningens anläggningskostnader.

I Kraftverket i Jäniskoski		
a. Kraftstationsbyggnad o. maskiner	= 77.2	milj. mk
b. Dammanläggningar	= 109.1	»
c. Rödningar, vägar, maskinistbo- städer	= 5.8	192.1 »
(Kostnad per kVA stationseffekt = 5.340: — mk)		
II Regleringen av vattentillflödet		
a. Niskakoski reglerdamm	= 31.6	milj. mk
b. Uppdämningsskador	= 40.0	71.6 »
III Högspänningslinje	=	18.8 milj. mk
(Kostnad per km = 220.000: — mk)		
IV Eldistribution i Kolosjoki kraftcentral	=	18.9 milj. mk
Totala anläggningskostnader		301.4 milj. mk
Årskostnader	= 47.8	milj. mk
Elenergi per år i Kolosjoki	= 210	milj. kWh
Kostnad per kWh	= 0.23	mk/kWh
(Kapitalkostnader ca 70 %)		

Outokumpus anläggning i Imatra, Finland hade också studerats för ändamålet. Ugnstypen uppvisade likheter i formen med de långsträckta, rektangulära flammugnarna i nickelbolagets smältverk i Cop-

per Cliff, Ontario. Längs valvkrönet å en ugn hade anordnats 6 styck. i en rad uppställda, runda elektroder av s.k. Söderberg typ med diametern 1.05 mtr. och inbördes avståndet 3,0 meter.

Ugnarnas inre mått voro följande: längd ca 21,5 m, bredd 5,5 m och höjd i mitten 3,2 m, ugnsvolymen utgjorde ca 300 m³. (Se fig. 15).

Ritningar för elektroderna och strömtillföringen till dem levererades av Söderberg patentets innehavare, Det Norske Selskab for Elektrokjemisk Industri i Oslo, vilka också föreslogo sättet för kopplingen av elektroderna.

Elektriskt sätt voro ugnarna motståndsgnar. Den elektrotermiska värmeproduktionen skedde i strömbanorna mellan elektroderna i ugnens halvledande slag. Delvis flöt också ström genom ugnens bottensats, skärstenen, som, rik på metall, har en god ledningsförmåga. Värmeutvecklingen här blev dock obetydlig på grund av det låga motståndet.

Energitransmissionsspänningen 10 kV kunde ju icke direkt användas i ugnarna, utan en nedtransformering var nödvändig.

Varje ugn i Kolosjoki hade en transformatorinstallation på 12000 kVA, bestående av 3 styck. 4000 kVA enfastransformatorer med primärspänningen 10 kV. Varje transformator matade ett elektroddpar i ugnen, vilken därför principiellt sett kunde betraktas bestå av tre enfasugnar placerade i samma smält- rum. Ström flöt endast mellan elektroder, matade av samma transformator.

Transformatorerna voro av manteltyp, tryckoljekylta med separata oljepumpar och kylare monterade på varje enhet. Sekundärspänningen kunde under last regleras i 20 olika stora steg mellan 90 och 250 volt. En motoropererad lindningskopplare på högspänningssidan utförde spänningsregleringen, som manövrerades från ugnens kontrollrum. En reservtransformator var förhanden.

Högströmledning.

De höga ugnströmmarna (max. 30000 Amp.) fordrade kraftiga led-

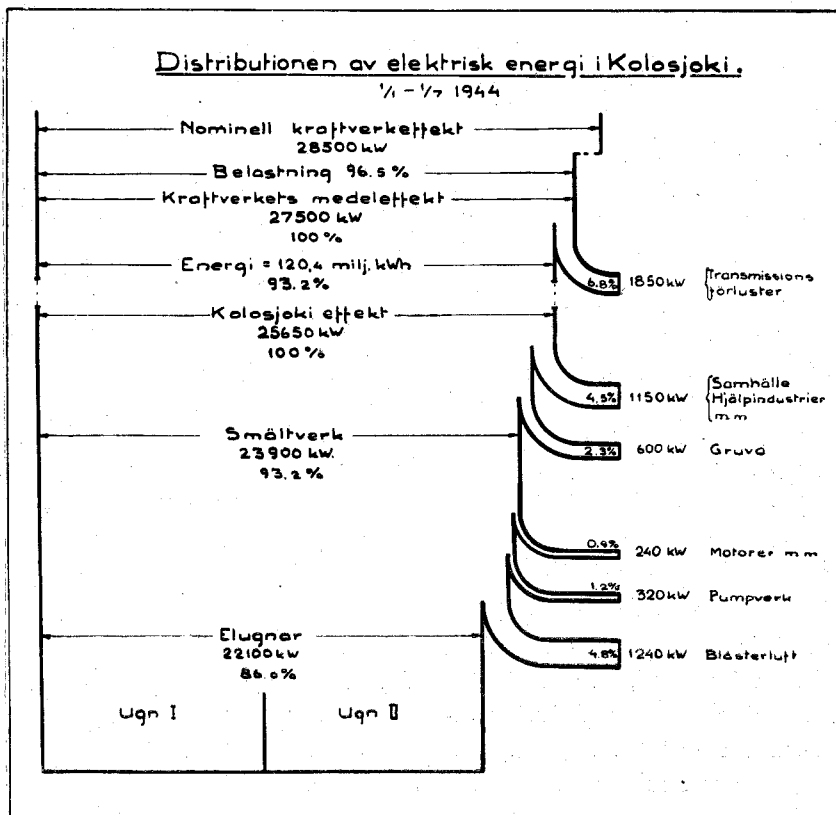


Fig. 14.

Elektriska smältugnar för nickel-koppar malm i Petsamo, Kolosjoki

Effekt 12000 KVA per ugn

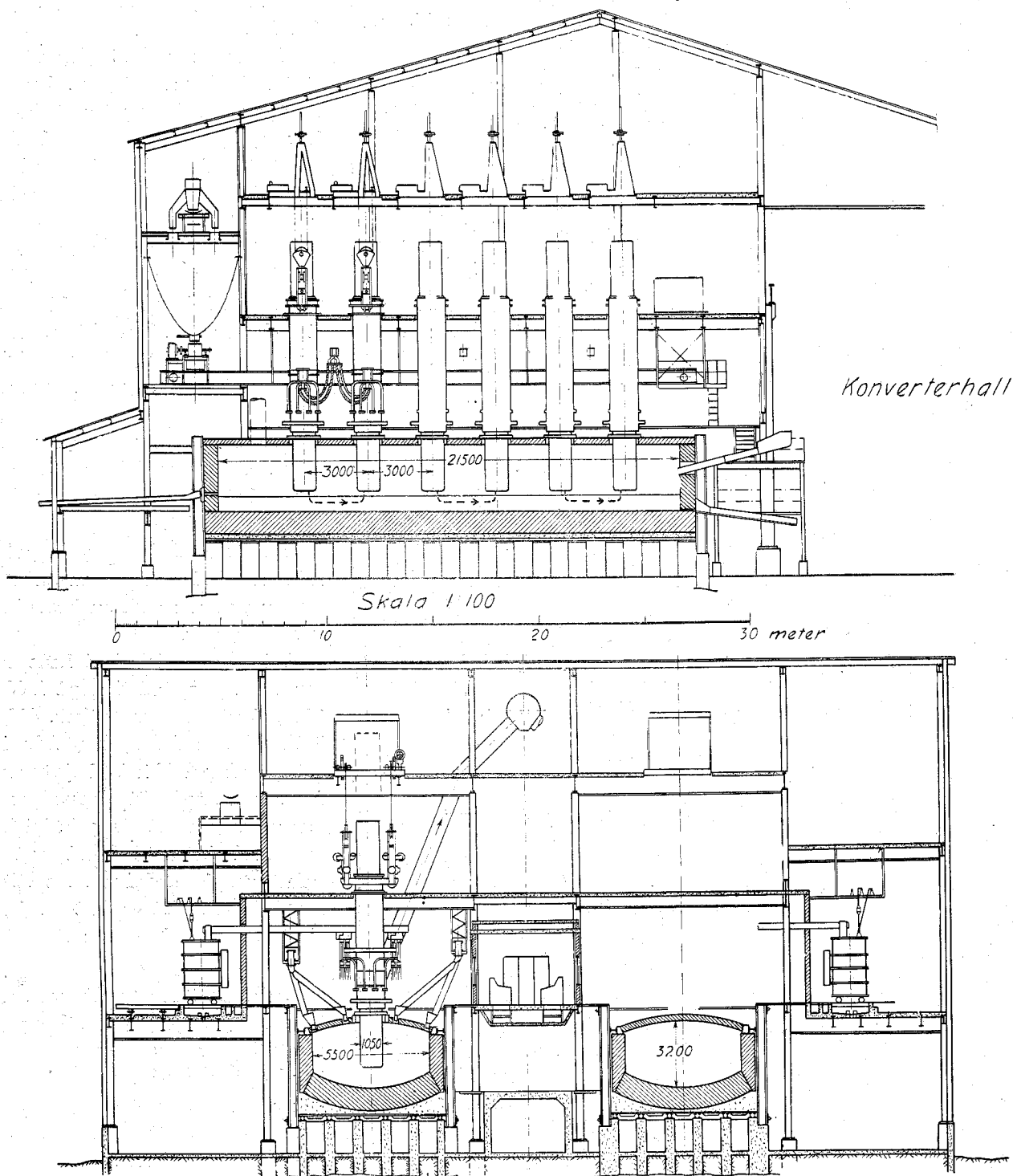


Fig. 15.

ningar mellan elektroder och transformatorer. Vid Petsamo ugnarna ombesörjde ett paket på 12 st. (6 för varje strömriktning) på kant ställda kopparskenor, 10×350 mm, denna strömöverföring. Den byggdes på vanligt sätt med möjligast

liten självinduktion, d.v.s. de från varandra isolerade, men tätt stående skenorna förde växelvis fram- och återgående strömmar, som kompenserade varandras magnetfält. Den speciella elektrodkopplingen tillät en ideell skenföring, vilket

resulterade i en ovanligt god effektfaktor. Denna nådde vid maximal elektrodspänning rekordvärdet 0.97.

En mångfald kraftiga böjliga kablar överförde strömmen från skenorna till de vattenkylda, elek-

trodmanteln omslutande kontaktplattorna. (Se fig. 18).

Elektroder.

Elektroderna, såsom nämnts av Söderberg typ, tillverkades kontinuerligt under driften. Den genom avbränning i badet förkortade elektrodens mantel skarvades genom tillsvetsning av en ny plåtcylinder. I denna instampades halvflytande elektrodmassa, som härdbärades genom från ugnbadet uppstigande värme. Instampningen och skarvsvetsningen försiggingo i en ovanför ugnarna belägen våning, där även elugnarna för elektrodmassans smältning placerats. (Se fig. 17).

Elektroderna, som vägde ca 30 ton per styck, voro medelst gallkättingar upphängda i vinschar, monterade i en våning ovanpå skarvningssalen. Med tillhjälp av från ugnarnas kontrollrum manövrerade växelströmhissmotorer höjdes eller sänktes elektroderna. (Se fig. 16).

Elugnarnas energitillförsel.

Den elektriska energitillförseln till ugnarna och dess kontroll planerades av PNO:s kraftavdelning i samarbete med firman Ekono, som anlätades som konsulterande i alla elektriska frågor också i Kolosjoki.

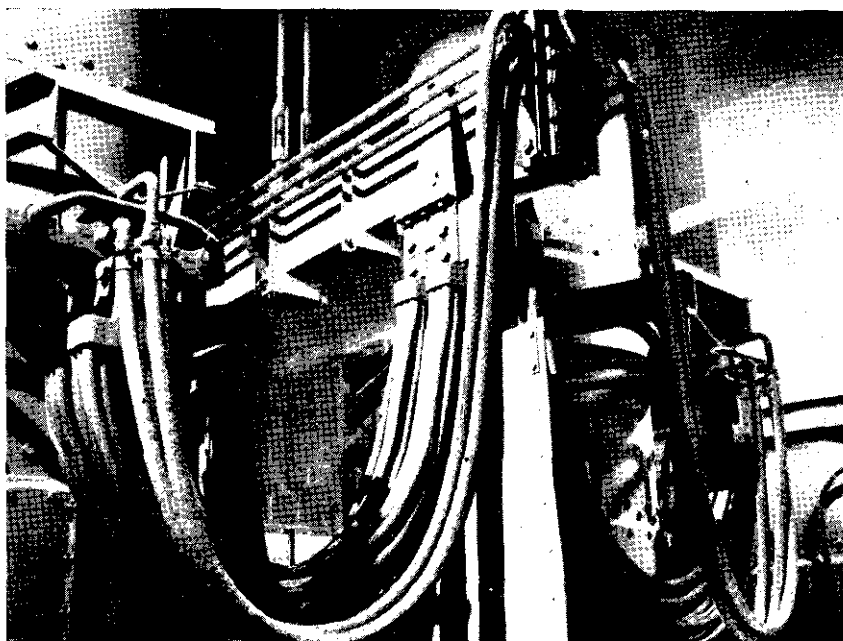
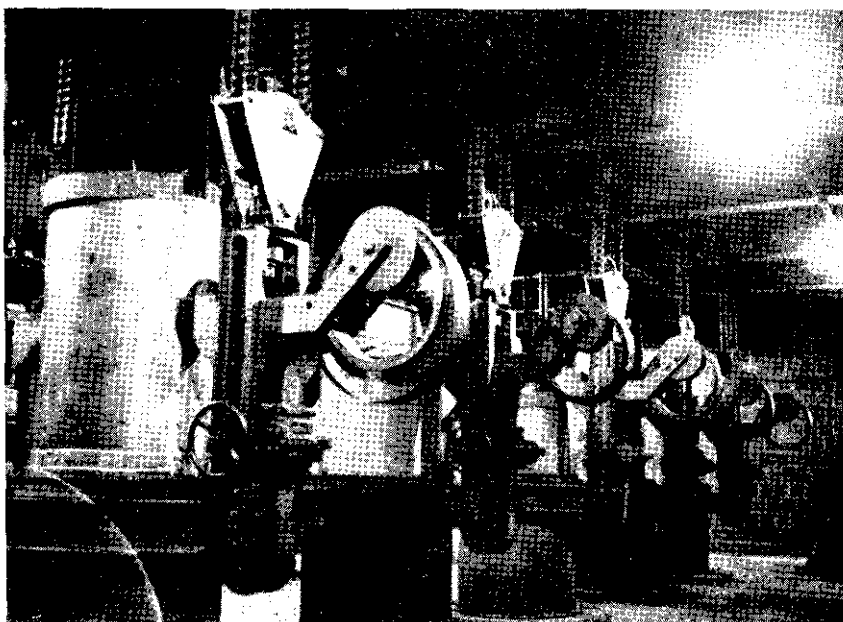
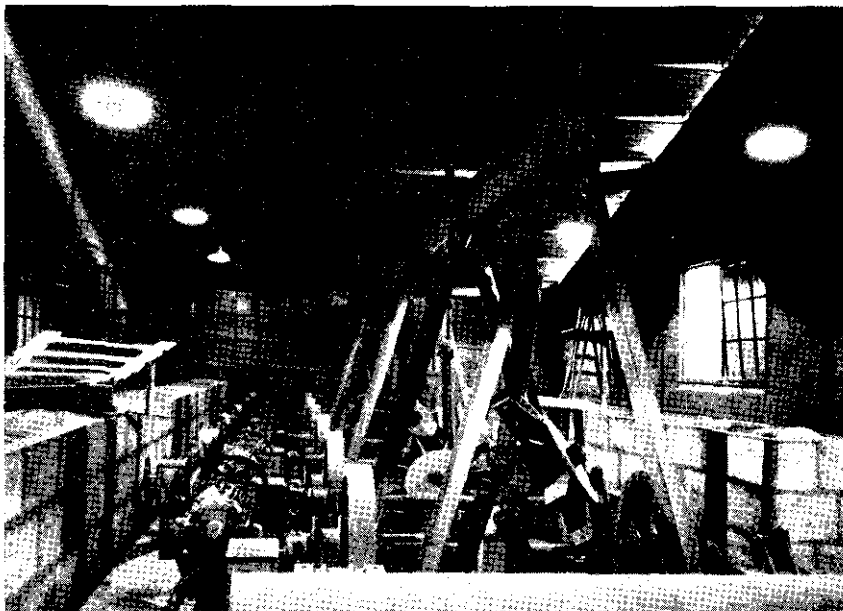
Från kraftcentralen matades elenergin in till varje ugn över 3 parallellkopplade 10 kV kablar på 3×150 mm² varje. De voro förlagda i sandfyllda rännor i botten på en underjordisk betongkanal mellan kraftcentral och smältverk. I ett ställverk monterade kabelboxar, fränskiljare och mät-

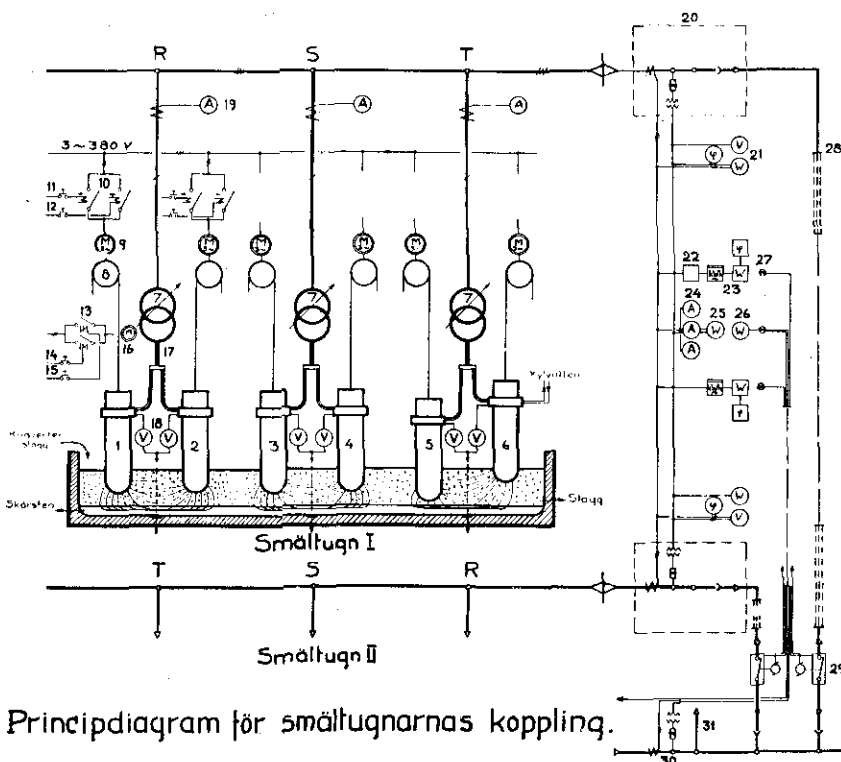
Bilderna uppifrån nedat:

Fig. 16. Elektrodvinschar.

Fig. 17. Interiör från elektrodskarvningssalen.

Fig. 18. Kablar och kylvattenslangar mellan elektroder och skenor från transformator.





Principdiagram för smältugnarnas koppling.

Fig. 19.

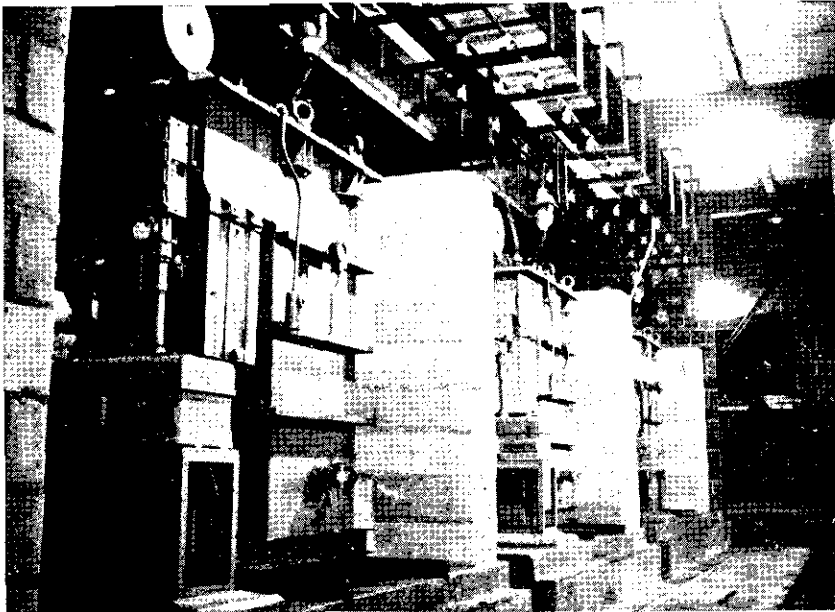


Fig. 20, Elugnstransformatorer.

transformatorer förmedlade energiovergången från kablar till samlingskenorna för transformatoranslutningen i smältverket. Ugnarnas strömbrytare hade placerats i kraftcentralens 10 kV distributionsställverk, men manövrerades från ugnarnas kontrollrum. (Se kopplingschemat i fig. 19).

Transformatorerna voro uppställda under samlingskenorna i slutna

under friskluftövertryck stående salar vid sidan av ugnarna. De kunde förflyttas medelst transportvagnar, vilka det var möjligt köra ut på en plattform i konverterhallen, där transformatorerna kunde lyftas av smältverkskranen. (Se fig. 20).

Elugnarnas manövrering.

Kontrollen av ugnarnas eleffekt och deras temperaturer var för-

lagd till ett manöverrum, placerat mitt emellan ugnarna och med utsyn över dessa. Rummet hölls fritt från ugnsgaser genom friskluftövertryck. Stor omsorg nedlades å kontrollen av ugnseffekterna, då det unika fallet förelåg, att ett större kraftverk arbetade med elektriska ugnar som nästan enda belastning. Ugnarnas kopplingschema (fig. 19) visar, vilka regler- och mätorgan, som förefunnos.

Ugnarna manövrerades medelst handreglering från tvenne kontrollpulpeter. Å dessa hade monterats ett principdiagram för ugnskopplingen, i vilket å symboliska platser inbyggts tryckknappar, medelst vilka elektrodsänningar reglerades och elektroderna kunde höjas och sänkas. I diagrammet inordnade mätinstrument indikerade ugnseffekt, effektfaktor, ström och spänning.

En instrumenttavla med 3 fält uppar registrerande mätare för effekt och effektfaktor, samt kWh-mätare. Där funnos också reläcentraler, som alarmerade fel i transformatorer eller annan ugnslutrustning. Temperaturmätcentraler tillät temperaturkontroll i ugnens viktigare delar medelst inbyggda termoelement. Ugnarnas summaeffekt kunde avläsas parallellt med totala kraftverksbelastningen, vilket alltid tillät ett maximalt utnyttjande av förhandenvarande kraftverkeffekt. (Se fig. 24 och 22). En fullständig automatisk regleringsutrustning för konstant effekt hade beställts för ugnarna och var under tillverkning, men leveransen fördröjdes genom kriget.

Elugnarnas igångkörning.

Igångkörningen av en ny anläggning är alltid svår. Speciellt gäller detta, då det är fråga om material med obekanta egenskaper, då storleksordningen är ovanlig eller omständigheterna, under vilken starten sker, exceptionella.

Vid starten av den första elek-

triska ugnen i Kolosjoki hände en malör. Ugnsarbetarna voro i början ovana med det för dem nya arbetet i ett smältverk. Svårigheter yppade sig vid avtappningen av den aggressiva råstenen ur ugnen. För att minska trycket uti denna vid avsticket, hölls slagghöjden låg, och ugnen kördes med mycket lågtställda elektroder. Detta visade sig ödesdigert. Efter någon tid konstaterades allvarsamma skador i ugnsbotten, mellan elektroderna hade djupa kanaler frätts i magnesitteglen. Driften måste avbrytas för en längre tid och ugnsbotten repareras. En mångfald ombyggnadsprojekt diskuterades, men den enda nödvändiga åtgärden befanns vara att köra ugnen med större avstånd mellan elektroder och skärstenen å ugnsbotten, så att strömfördelningen i badet blev riktig.

Vid lågt ställda elektroder (se fig. 23, fall I) erhöles en stark strömkoncentration under elektroderna, förorsakande förstärkt värmeutveckling och övertemperaturer. Största delen av elektrodströmmen flöt genom den å botten liggande skärstenen. I denna, som på grund av för slaggsältningen erforderliga höga temperaturer var ytterst lättflytande, uppstod genom elektrodynamiska verkningar starka mekaniska virvelbildningar. Dessa holkade ur magnesitbotten, vilken på grund av övertemperaturerna befann sig vid hållfasthetsgränsen.

I fallet II, lyftade elektroder, blev strömtätheten mindre, maximumtemperaturen lägre. Värmeutvecklingen skedde inom större slagghmassa, samt även närmare slaggytan, där kall charge matades in i ugnsbadet. Inga större virvelbildningar och inga anfrätningsskador uppträdde. Efter en ändring av driften till högre ställda elektroder, samt körning med högre elektrodspänning (i medeltal 210 volt mellan elektroderna vid 11.5 MW ugnsbelastning) fungerade den reparerade ugnen mycket tillfredsstäl-

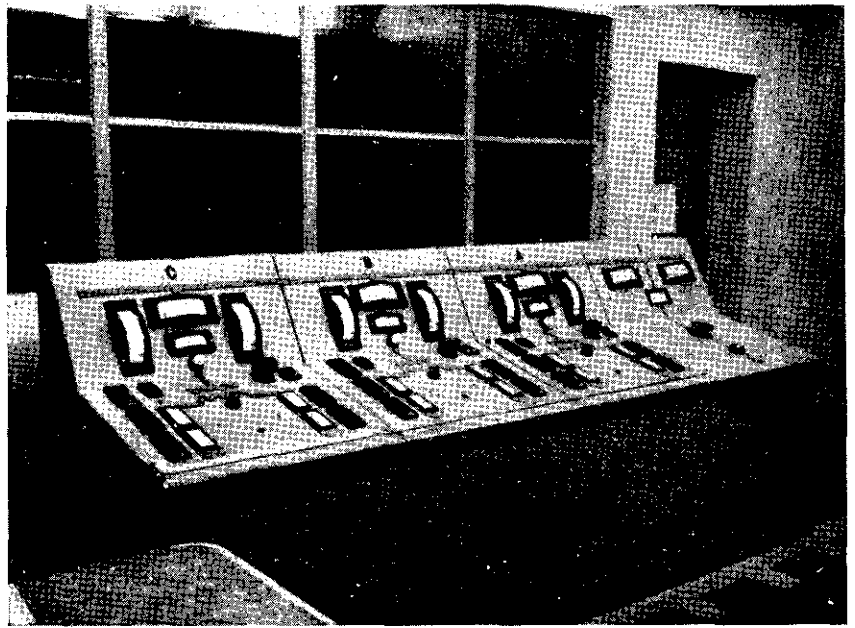


Fig. 21. Manöverpulpit för en elugn.



Fig. 22. Elugnarnas manöverrum.

lande. Igångkörningen av följande ugn beredde inga svårigheter.

Vid alltför hög elektrodspänning uppkom lätt en ljusbågsbildning med en starkt varierande effektupptagning, som våldsamt belastade turbinernas och generatorernas reglerorgan i kraftverket.

Några driftdata för elugnarna finnas återgivna i tabell II. En fortsatt drift skulle, enligt de redan vunna erfarenheterna, i framtiden hava kommit tillrätta med ett mindre specifikt effektbehov (kW/ton).

Leverantörer för ugnarnas elutrustning.

Ugnstransformatorer, elektrodvinschar samt kontrollutrustning för elugnarna levererades av firman ASEA. Upphångningsanordningar samt kontaktplattor m.m. för elektroderna tillverkades av firman Ruona O.Y. i Brahestad, Finland. Lågspänningsskenor och strömtillföring, samt ugnarnas 10 kV skenor och ställverk byggdes i PNO:s egna verkstäder i Kolos-

Strömfördelning
vid
olika elektrodlägen

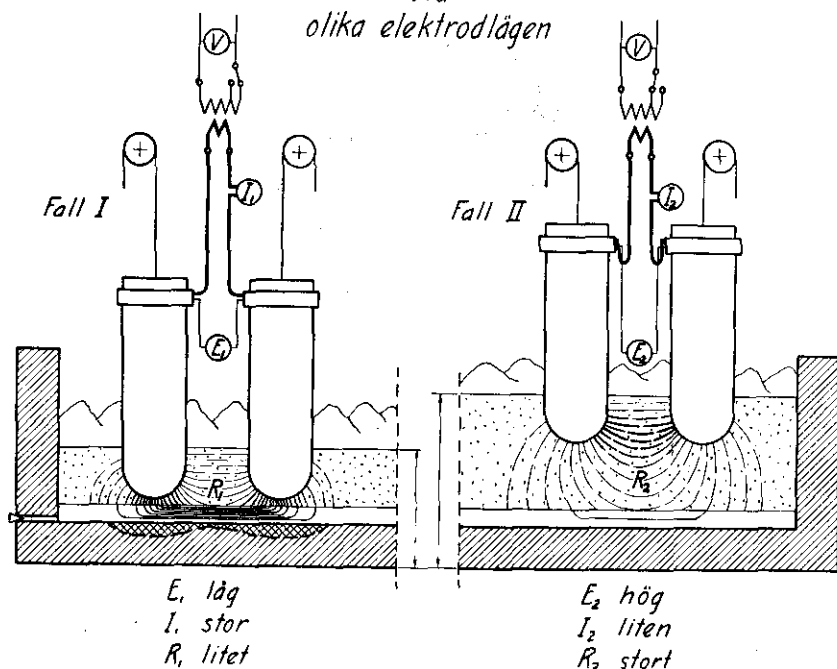


Fig. 23.

Tabell II. Driftdata för elugnarna under året 1/7 1943—1/7 1944.

Total energiförbrukning	= 180.000 MWh
Medelbelastning per ugn	= 10.400 kW
Smälteffekt, ton charge per dygn och ugn	= ca 310 ton
Elenergiförbrukning per ton charge	= 806 kWh
» » ton malm	= 870 »
» » ton råsten	= 2.000 »
» » ton finsten	= 15.000 »
» » ton nickel	= 26.000 »
Elektrodmassaförbrukning per ton charge	= 3.6 kg
» » MWh	= 4.3 »
Elektrotplätmantelförbrukning per ton charge ..	= 0.17 »
» » MWh	= 0.20 »

joki. En viss svårighet yppade sig vid hopsvetsningen av de tjocka högströmsskenorna, som av tillverkaren levererades i 2 m bitar. Efter råd från ASEA:s transformatorfabrik lyckades svetsningen dock senare ypperligt genom användning av en speciell kolbågsvetsning.

Smältverkkran och konverterar.

Smältverkets snabba löpkran med tvenne av varandra oberoende lyftkrokar på 40 och 10 ton, samt verkets tvenne stora konverterar erfordrade en precisionsmanövre-

ring, då med dem stora mängder glödheta smältprodukter skulle tömmas och manipuleras. Kranens fem motorer, de cylindriska konverterarnas vridmotorer, liksom även motorerna, som lyfte det tunga rökfånget över konverteröppningarna, voro därför alla likströmsseriemotorer av robust valsverktyg, arbetande med 220 V. spänning. De manövrerades med tillhjälp av kontroller och kontaktorer. Kontrollerna voro bekvämt anordnade i kranens styrhytt, samt beträffande konverterarna placerade å pul-

peter å deras manöverplattform. Kranens kontaktorinstrumentering var översiktligt uppställd i ett speciellt, under kranen hängande rum. Kontaktorerne för konverterarna hade monterats i 4 skåp, uppställda i smältverkets dammfria eldistributionsrum. Dessa skåp innehöllo även en mängd relän och automatisk elutrustning. Denna hade till uppgift, att då konvertern befann sig i blåsläge, med luftdyserna under ytan på smältmassan, vid plötsliga fel i lufttillförseln automatiskt vrida upp konvertern ur blåsläget och därmed förhindra, att dyserna metallfylldes. Blåsterlufttillförseln kunde upphöra vid plötsliga fel i dess kompression eller vid strejkande energitillförsel från kraftverket.

Likströmmen till dessa motorer levererades av tvenne växelströmlikström omformare i kraftcentralen, vilka försetts med tunga svänghjul a la Ilgner. Dessa avgävo vid feltillfällen sin magasinerade energi för konverterns återföring till ofarligt läge. Den automatiska utrustningens schema härstammade från General Electric Co. i Amerika, men apparaturen och konvertermotorer levererades på grund av kriget av ASEA. Omformarna voro av A.B. Strömberg tillverkning, de drevos av släpningade asynkronmotorer och hade vardera en likströmgenerator-effekt på 215 kW.

Blåsterluft för smältverket.

Blåsterluften för konverterarna alstrades i turbokompressorer, vilka jämte tillhörande elutrustning levererades av firman Brown-Boveri, Schweiz. Trenne aggregat hade anskaffats, tvenne uppmonterats, men endast ett var vanligen i drift. Kompressorerna hade det höga omloppstalet 5850 varv/min. De drevos via kuggväxlar av synkronmotorer på 1700 kVA, 3000 V och omloppstalet 1500. Synkronmotorerna tilläto en faskompensering. De startades med en mellan-spänning på 1500 volt. Kom-

pressionen skedde i tvenne steg. Kapaciteten per kompressorenhet var 630 m³ fri luft per minut vid 1.0 atö. En automatisk reglering av insugningsventilen höll trycket konstant vid olika luftmängder. Då maskinen var luftkyld måste den alltid passeras av en minimimängd luft, vilken för övrigt var erforderlig för att undvika en annars uppträdande s.k. pumpning d.v.s. oscillering av luft mellan kompressor och rörledning. En automatisk utblåsningsventil reglerade detta behov. I fullast upptog kompressormotorn 1300 kW och var näst smältverket PNO:s största kraftförbrukare. Maskinerna fungerade oklanderligt, de voro schweiziskt precisionsarbete. Endast akustiskt verkade de något störande genom det höga varvtalet. Blästerluften var 80 ° het. Uppblandad med friskluft användes den utblåsta luften för uppvärmningsändamål. Ett på höga bockar monterat rör, med 1.0 m. diameter förde luften till smältverket. Fig. 24 visar ett turbokompressoraggregat jämte manöverskåp.



Fig. 24. Turbokompressor jämte instrumentering.

Pumpverk.

För granulering av de stora mängderna slagg och finsten i smältverket användes avsevärda

mängder vatten. Detta pumpades upp till fabriksområdet från pumpverket vid Kolosjoki flod. Verket hade en transformatorstation på 2×400 kVA, från vilken via en instrumenttavla kraft distribuerades till fyra centrifugalpumpar på sammanlagt 10800 liter/n in. Motorerna, med totaleffekten 420 kW, voro kortslutna motorer för 380 V., startades med full drift- och spänning. Pumpverket var avsett att fjärrstyras från smältverket, men all utrustning härför hade dock icke hunnit levereras.

Kraftdistribution å fabriksområdet.

För distribution av motorkraft och belysning till samtliga fabriksanläggningar hade anlagts en transformatorstation, placerad invid malmningen i tyngdpunkten av belastningen å fabriksområdet. Transformatorerna voro: 1 st. 1000 kVA och tvenne på 400 kVA, 10/0.4 kV. Belysning och kraftdistribution voro åtskilda, de matades genom skilda kablar. Petsamon Nikkeli O.Y. hade ett 350-tal elmotorer med ett anslutningsvärde på ca 3000 kW. För de större maskinerna hade för utbytbarhetens skull fastslagits en standardtyp och ett standardomloppstal. Det senare var 1000 varv/min. och önskat varvtal å den drivna maskinen erhöles genom kuggväxlar. Som standardmotortyp hade valts firman Strömbergs ribbkylade motor HZU. Motorskåpen samlades i större centraler, monterade i dammfria rum. De manövrerades med tryckknappar, placerade å för driften lämpliga ställen.

Motorer för transportband och krossverk voro elektriskt sammankopplade, så att de seriemanövrerades. Detta för att hindra, att malm lagrades upp å ett gummiband, som av någon felorsak stannat.

Tryckluft för gruvan.

Gruvans tryckluft levererades av kraftcentralens tvenne elektriskt drivna, vertikala kolvkompressorer med en kapacitet per enhet av

58 m³ fri luft per minut. Kompressionen skedde i 2 steg, trycket var 7 atö och luften matades över ackumulerande behållare via ett 10" rör den 3 km långa vägen till gruvan. Den distribuerades också till smältverk och verkstäder. Drivmotorerna voro Strömberg släpringade asynkronmotorer på 420 hkr. 380 V., med onloppstalet 300. Kompressorleverantör var den engelska firman Belliss & Morcom Co, Birmingham. Maskinerna voro mycket stabila och tillförlitliga. De voro båda nästan kontinuerligt i drift och fungerade oklanderligt under kriget utan tillgång till en enda reserv-del. I fig. 25 är ett av de tvenne kompressoraggregaten avbildat.

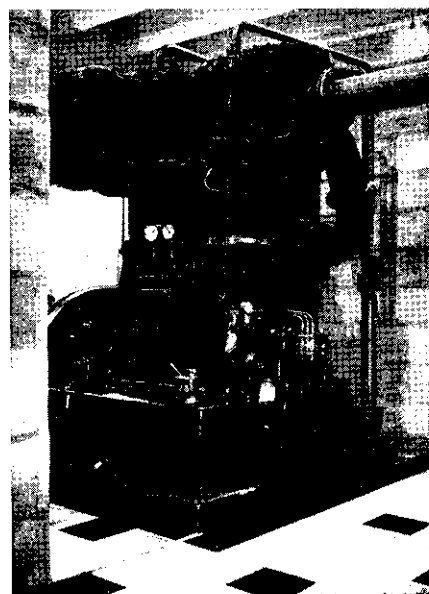


Fig. 25. Tryckluftkompressor.

Gruvans eleffekt.

En 40 kV luftledning till Kaulantunturi malmutgående försåg gruvan med elkraft. Linjen grenade sig vid dagbrottet, en bransch förde till transformatorstationen i gruvspelhuset, den andra till snedschaktet, där en kabel ledde ned energin till en underjordisk transformatorstation på 3. nivån. Båda hade transformatorer på 400 kVA, 10/0.4 kV. Stationen i dagen försåg gruvans tvenne spel, samt dagbrottets släpskrapor med elkraft.

Gruvspel.

Både gruvans vertikal- som snedschakt voro försedda med spel. Vertikalschaktets gruvspel betjänade tvenne i balans upphängda, i rälsgejdrar löpande hissorgar. De tvenne linkaren med diametern 3.0 meter, det ena fast, det andra låsbart, drevos över tvenne kuggväxlar av en 150 kW, 380 V, släpningad asynkronmotor. Spelhastigheten var 3.0 meter/sek., maximal last vid berguppföring 5150 kg, och vid personbefordran 2200 kg. Spelmotorn styrdes direkt medelst en via kättingdrev spakmanövrerad kontroller. Spelet hade tvenne bromsar, en drift- och en säkerhetsdylik. De lyftes med tryckluft. Säkerhetsbromsen utlöstes vid alla för spelningen farliga situationer. En elektrisk alarmutrustning indikerade alla fel, överspelningar o.dyl. Detta gruvspel levererades av Karhula O.Y. i Finland. Tillverkningen skedd med licens från Morgårdshammars Mek. Verkstad i Sverige. Elutrustningen kom från ASEA. Spelet fungerade utmärkt och fick ett gott vitsord av specialisten, professor Gustaf Hjertén vid Tekniska Högskolan i Stockholm, som med stort tillmötesgående åtog sig uppgiften att provköra maskinen å Kaulatunturi.

Spelet i snedschaktet var av temporär natur, enkeltrumligt och hissade en å räls löpande vagn med 0.5 m/sek. Motorn var på 45 kW.

Eleffekt för brytning under jord.

Brytningens behov av elkraft inne i gruvan distribuerades från transformatorstationen å 3. nivån.

Denna var byggd i betong och hade friskluftventilation. Transformatorn kopplades till matarkabeln över en kapslad högspänningsbrytare. Gjutjärnsfördelningscentraler, skilda för kraft och för belysning, distribuerade strömmen på lågspänningssidan. Varje nivå hade egna matarkablar.

Transportabla gjutjärnscentraler, uppställda i orterna och för-

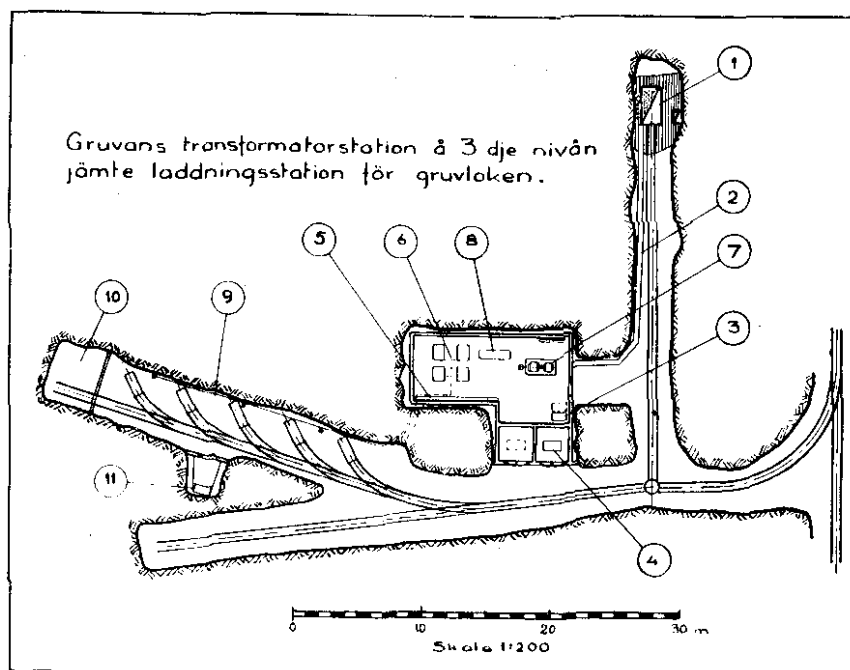


Fig. 26.

1. Snedschakt. 2. Kabelhyllor. 3. Kapslad högsp. brytare. 4. Transformator, 400 kVA. 5. Fördelningscentral. 6. Transduktorlikriktare. 7. Omformare. 8. Instrumenttavla. 9. Laddningsställ för ackumulatorer. 10. Elreparationsverkstad. 11. Eldstillningsapparat f. vatten till ackumulatorer.

sedda med fjärrmanövrerade motorskåp och 380/40 V. transformator för handlampor, matade via gummikablar ström till de skrapspel med 25, 35 och 50 hkr. motorer, som användes i strossarna. En gummistyrkabel överförde start- och stoppimpulserna till motorskåpen. Oljebrytare och fördelningscentraler i gruvan levererades av den danska fabriken Laurits Knudsen genom Helsingfors-representanten Alkas O.Y.

Ellok.

För traktionen i gruvan hade planerats elektriska lok: kontaktledningslokomotiv för likström, 220 V. i utfraktstunneln och ackumulator-dylika å nivåerna.

I tunneln hade på 2.20 meters höjd över skenorna monterats en trolleyledning, som matades från tvenne håll. Å fabriksidan anslöts ledningen till kraftcentralens smältverklingsström och å gruvsidan till en i transformatorstationen å 3. nivån för ändamålet installerad omformare med 88 kW likströms

effekt. Tvenne lok på 8 ton med 2×23 kW motorer, 12 km/tim. hade beställts från ASEA, men hunno aldrig anlända. Tvenne lokomotiv, på 7 ton, med 2×18 KW spårvagnsmotorer, byggdes i PNO:s egna verkstäder, och hade just insatts i trafik, då verksamheten upphörde.

För nivåerna anskaffades 4 st. ackumulatorlok av fabrikat Heinrich Bartz, Dortmund. Lokvikten var 4 ton, motorstyrka 2×6 kW, hastigheten 6 km/tim. Batterierna voro av Nife-typ, levererade av firman Jungner, Stockholm. Kapaciteten var 350 Ah, spänningen 80 volt. Varje lok hade 2 batterier, ett av dem kunde alltid hållas på laddning. Denna skedd från 4 transduktorförsedda ASEA-torrlikriktare, monterade i 3. nivåns transformatorstation, invid vilken en station för laddningen anordnats. (Se fig. 26). Ackumulatorloken voro mycket omtyckta för sin tysta, avgasfria gång och enkla skötsel.

Belysning under jord.

Under jord använde gruvarbetarna elektriska s.k. mösslyktor.

Lampspänningen i dessa var 3,6 volt. Nife-batteriet bars i ett hälte, spänt om arbetarens midja. Lampan var fäst i gruvarbetarens bakelitskyddshjälm varigenom han alltid hade händerna fria. Lampan följde huvudets rörelser och därmed blev belysningsriktningen alltid den riktiga. I gruvstugan fanns en disk, å vilken dessa lampustrutningar avlämnades vid skiftets slut. Lyktornas batterier laddades i speciella laddningsställ, uppställda bakom mottagningsdisken. Laddningen skedde automatiskt under ett skift med ström från selentorrlikriktare. Lampustrutningen hade levererats av firmen Jungner, Stockholm, likriktarna voro av firmen Elektroskandias fabrikat.

I gruvan var tunnel och orter belysta med lampor i gjutjärnsarmatur. Strossarna hade strålkastare.

Härdning av borrhstäl.

För uppvärmning av borrhstäl vid härdning och smide funnos tvenne uppsättningar högfrekvensugnar, varje utrustning bestående av en smidesugn och en härdningsugn, matade från speciella 10 kW högfrekvensomformare med blindströmskompensering medelst kondensatorbatterin. Aggregaten voro av ASEAs kända typ. Borrhstälsmedjan var byggd inne i gruvan å tunneldivån mellan huvudschakten.

Fabrikssamhället.

Kolosjoki samhälle var ett i hög grad elektrifierat dylikt. Där fanns flere stora elektriska kök, det största på 185 kW i arbetarrestauranten. Alla privathus hade installerats med anslutning för elhällar. Ett 60-tal voro redan i drift, anslutningseffekten 260 kW. För uppvärmning funnos utom koleldade, även 17 elektriska varmvattenpannor, på sammanlagt 2300 kW. Bostadshuset uppvärmdes medelst fjärrvärmning från några få större värmecentraler. Den största hade parallellt med de stokereldade kolpannorna tvenne elpannor å 650

kW, 380V. Temperaturen i bostäderna hölls automatiskt konstant medelst utomhustermostater och automatiska reglerventiler av den rikssvenska firmen Billmans typ. Alla elpannor levererades av firmen Zander & Ingeström i Stockholm. Även flere elektriskt värmda bastuhällar funnos installerade. Dessa hade levererats av Metalliteos Oy i Helsingfors.

Ström till samhället fördelades från tvenne transformatorstationer på 600 och 400 kVA, 10/0,4 kV. Huvudvärmecentralen hade en 1500 kVA transformatorstation.

Bolagets såg var elektriskt driven, elektriskt värmd och försedd med elkök.

Bland talrika svagströmsinrättningar må nämnas en 250 nummers automatcentral med ett till största delen förkablade telefonledningsnät.

PNO blev på grund av sitt isolerade läge och krigets inverkan tvunget att utföra de flesta elinstallationsarbeten i egen regi. I bolagets verkstäder byggdes också ställverk, ellokomotiv och diverse utrustning för elugnar, som i fredstid

knappast skulle hava tillverkats i Kolosjoki. Dessa arbeten skulle hava blivit svåra att genomföra under kriget med dess allmänna brist på skolad arbetskraft, men bolaget hade från firmen Strömberg i Helsingfors lyckats erhålla ett 10-tal elmotörer, som för den tid undantagstillståndet varade, överflyttades i PNO:s tjänst. Dessa erfarna yrkesmän hade förutom bolagets egna intresserade elektriker en stor andel i arbetenas lyckliga genomförande.

Petsamo Nikkeli Oy:s kraftförsörjningsanläggningar färdigbyggdes i den utsträckning det ursprungliga projektets första del avsett. Jäniskoski kraftverk arbetade år 1944 med cirka 100 % belastning. — Planerna för byggandet av ett andra kraftverk i Kolttaköngäs liksom också leveranserna och montaget av en del projekterade och beställda elektriska anläggningar kunde dock icke fullföljas. Orsaken härtill var att bolagets verksamhet genom vapenstillståndsfördraget med Ryssland upphörde i början av september 1944.

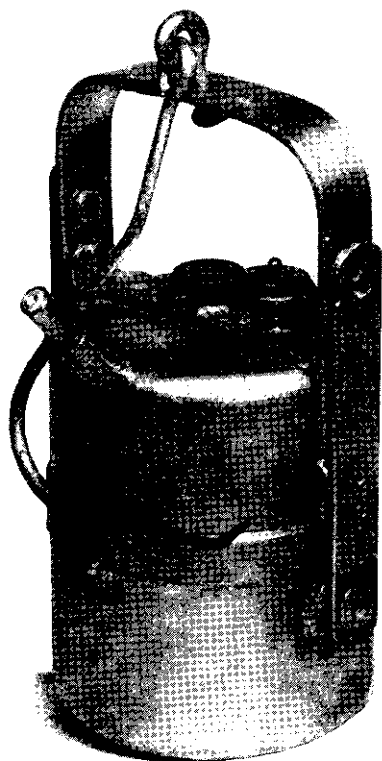
**HÖGANÄS-
BILLESHOLMS AB**

Tulenbestävriä

TIILEJÄ

METALLITEOS OY

Aleksanterinkatu 36 - Puh. 60410



KAIVOSLAMPPI

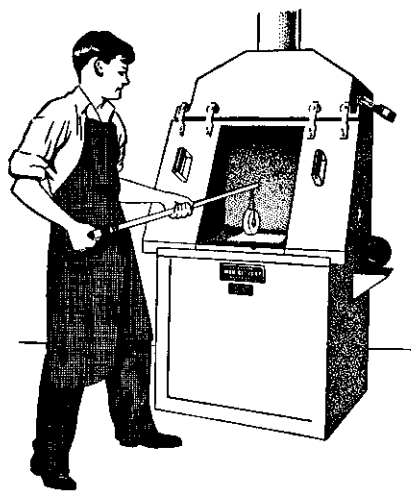
KL-2

Kotimainen valmiste

YKSINKERTAINEN
KÄYTÄNNÖLLINEN
KESTÄVÄ

L. A. LEVANTO OY.

Bulevardi 3 D, Helsinki — Puhelin 24 010, 24 050



**SÄHKÖ-
UUNEJA**

**KOTIMAINEN
VALMISTE**

*kaikenlaisia lämpökäsittelyjä
varten sekä teollisuus- että
laboratoriotarkoituksiin.*

TÄHÄN MENNESSÄ
TOIMITETTU YLI
300 LAITOSTA

OY. E. SARLIN AB.

Helsinki • Aleksanterinkatu 36 • Puh. 20 341.